

Aus der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. R. Leyh

Tiefe sternale Wundinfektionen – eine retrospektive Studie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Levent Dursun
aus Ochsenfurt

Würzburg, Juni 2007

Referent: Prof. Dr. Olaf Elert

Korreferent: Prof. Dr. Prof. h. c. Arnulf Thiede

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 30.10.2007

Der Promovend ist Arzt

**Gewidmet
meinen Eltern**

Inhaltsverzeichnis

1.)	Einleitung	1
1.1	Anatomie und Definition	2
1.2	Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik und Therapie	5
2.)	Patienten und Methodik	9
2.1	Ein- und Ausschlußkriterien	9
2.2	Untersuchungsverfahren und Patientenfragebogen	10
2.3	Statistik	11
3.)	Ergebnisse	12
3.1	Inzidenz, Typenverteilung und Mortalität	12
3.2	Präoperative Parameter und Risikofaktoren	15
3.2.1	Alter	15
3.2.2	Adipositas	16
3.2.3	Diabetes mellitus	17
3.2.4	Metabolisches Syndrom	18
3.2.5	Periphere arterielle Verschußkrankheit	18
3.2.6	Lungenerkrankungen	18
3.2.7	Niereninsuffizienz	19
3.2.8	Herzinsuffizienz	20
3.2.9	Immunsuppression	20
3.2.10	Präoperative Verweildauer	20
3.3	Chirurgischer Ersteingriff und intraoperative Parameter	22
3.4	Postoperativer Verlauf und Parameter	26
3.5	Erregerspektrum	27
3.5.1	Bakterielles Erregerspektrum	28
3.5.2	Infektionen mit Pilzen	31
3.6	Antiinfektive Therapie	32
3.6.1	Antibakterielle Therapie	32
3.6.2	Antimykotische Therapie	35

3.7	Operative Therapie	36
3.7.1	Vakuumversiegelung des Sternums	37
3.7.2	Sekundärer Sternumverschluß	38
3.8	Spezielle Patientenanalyse	40
3.8.1	Patienten ab Vollendung des 75. Lebensjahres	40
3.8.2	Verstorbene Patienten	43
4.)	Diskussion	46
4.1	Einleitung	46
4.2	Klinischer Verlauf prä-, intra- und postoperativ	48
4.2.1	Präoperativer Verlauf	48
4.2.2	Intraoperativer Verlauf	51
4.2.3	Postoperativer Verlauf	54
4.2.4	Zusammenfassung des klinischen Verlaufs	56
4.3	Erregerspektrum	56
4.4	Chirurgische Therapie	59
4.4.1	Entwicklung chirurgischer Therapieverfahren	59
4.4.2	Chirurgische Grundprinzipien	60
4.4.3	Vakuumversiegelung des Sternums	61
4.4.4	Sekundäres Wundmanagement	63
4.4.5	Alternative Therapieansätze	65
4.4.6	Zusammenfassung der chirurgischen Therapieverfahren	66
4.5	Spezielle Patientenanalyse	67
5.)	Zusammenfassung	69
6.)	Literaturverzeichnis	73
7.)	Danksagung	

Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 1 Sagittalschnitt durch das Mediastinum
- Abb. 2 Anzahl der jährlichen Mediastinitispatienten von 1994 bis 2003 in der
Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität
Würzburg
- Abb. 3 Typenverteilung der Mediastinitis in unserem Patientenkollektiv
- Abb. 4 Altersverteilung der Patienten mit Mediastinitis
- Abb. 5 Verteilung der Bakterien und Pilze

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1	Inzidenz der jährlichen Mediastinitiserkrankungen von 1994 bis 2003 in der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg
Tab. 2	Mortalität der Patienten aufgrund der Mediastinitis
Tab. 3	Präoperative Einteilung des Übergewichts
Tab. 4	Präoperative Einteilung der Diabetes-Erkrankungen
Tab. 5	Präoperative Stadieneinteilung der chronischen Niereninsuffizienz
Tab. 6	Präoperative Risikofaktoren und Parameter
Tab. 7	Deskriptive präoperative Statistik
Tab. 8	Deskriptive intraoperative Statistik
Tab. 9	Intraoperative Risikofaktoren und Parameter
Tab. 10	Postoperativer Verlauf
Tab. 11	Bakteriologische Untersuchungsergebnisse
Tab. 12	Mykologische Untersuchungsergebnisse
Tab. 13	Antibakterielle Therapie
Tab. 14	Antimykotische Therapie
Tab. 15	Operative Therapie
Tab. 16	Analyse der Patienten mit Vollendung des 75. Lebensjahres
Tab. 17	Analyse der verstorbenen Patienten

Verzeichnis der Abkürzungen

A	Arteria
Aa	Arteriae
Abb	Abbildung
ADA	American Diabetes Association
BMI	Body Mass Index
BQS	Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung
Bzw	Beziehungsweise
CDC	Center for Disease Control
COPD	Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung
DM	Diabetes mellitus
EK	Erythrozytenkonzentrat
FEV1	Forciertes expiratorisches Volumen
FFP	Fresh Frozen Plasma
FRK	Funktionelle Residualkapazität
G	Genannt
Ggf	Gegebenenfalls
HLM	Herz-Lungen-Maschine
HNO	Hals-Nasen-Ohren
Insulinpfl	Insulinpflichtig
Int	Interna
Kombi	Kombinierte
Li	Links
LIMA	Linke Arteria thoracica interna
M	Musculus
Magn	Magna
Metabol	Metabolisch
MRSA	Methicillinresistenter Staphylococcus aureus
NF	Nichtfermentierende
NI	Niereninsuffizienz
NYHA	New York Heart Association

O	Oben
OP	Operation
pAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PI	Plastik
Präop	Präoperativ
PVA	Polyvinylalkohol
Re	Rechts
Reverdr	Reverdrahtung
RIMA	Rechte Arteria thoracica interna
Tab	Tabelle
TK	Thrombozytenkonzentrat
TLC	Totalkapazität
V	Vena
VAC	Vacuum Assisted Closure
VC	Vitalkapazität
Verweil	Verweildauer
Vv	Venae
WHO	World Health Organisation

1.) Einleitung

In der Herzchirurgie stellt die mediane Sternotomie, erstmals 1897 von Milton beschrieben, den wichtigsten operativen Zugang zum Herzen dar (2, 35). Dieser ermöglicht einen schnellen und direkten Weg zum Mediastinum und den großen Gefäßen. Gleichzeitig wird hierdurch eine übersichtliche Darstellung des Herzens, der großen Gefäße und des Aortenbogens gewährleistet. Zudem ermöglicht die mediane Sternotomie die Kanülierung für den Anschluss des extrakorporalen Kreislaufs. Allerdings kann es aufgrund von postoperativ auftretenden Wundheilungsstörungen bis hin zu sternalen Wundinfektionen unterschiedlicher Tiefe zu einer Vielzahl von Komplikationen kommen, bei denen die Mediastinitis als eine der schwerwiegendsten Formen gilt. Die Inzidenz der Mediastinitis liegt zwischen 0,4 und 7%, die Mortalität bei 14 bis 50%. Das Auftreten dieser Komplikation verursacht für die betroffenen Patienten mehrere belastende Reoperationen, einen wesentlich verlängerten postoperativen stationären Aufenthalt und einen hohen Behandlungsaufwand, verbunden mit steigenden Kosten.

Die Ursachen der Mediastinitis sind komplex und multifaktoriell. Eine Vielzahl von prä-, intra- und postoperativen Risikofaktoren konnte diesbezüglich bereits festgestellt werden. Das Erregerspektrum beinhaltet vor allem Bakterien und Pilze. Zur Diagnostik der Mediastinitis werden verschiedene Verfahren angewendet. Ein Problem liegt jedoch in der Feststellung der Infektion. Zum Teil vergeht noch zuviel Zeit bis die entscheidende Diagnose gestellt wird, Zeit die in der Therapie eine wichtige Rolle spielen könnte. Auch der Zusammenhang der Erkrankung und der Risikofaktoren sind noch nicht abschließend geklärt. In der Therapie werden sowohl konservative, als auch operative Behandlungsformen miteinander kombiniert. Vor allem im Bereich der operativen Therapie der Mediastinitis wird die Effektivität der verschiedenen Verfahren seit Jahren diskutiert und miteinander verglichen. Dabei bestehen auch heute noch unterschiedliche Meinungen darüber, welche operativen Verfahren zur Behandlung der Mediastinitis als Standardverfahren angewendet werden sollten. Das Wissen solcher Zusammenhänge und Analysen über Langzeitergebnisse bei Patienten bietet die Mög-

lichkeit in Zukunft die Diagnose früher zu stellen und das für den Patienten bestmögliche Operations- und Behandlungsverfahren anzuwenden.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand der Ergebnisse von 56 retrospektiv untersuchten Patienten, die verschiedenen Einflüsse auf den prä-, intra- und postoperativen Verlauf darzustellen. Außerdem wurde das Erregerspektrum der Patienten untersucht, sowie die Gruppe der Risikopatienten und der verstorbenen Patienten analysiert. Zudem soll ein Vergleich zwischen den verschiedenen operativen Behandlungsmethoden vorgestellt werden.

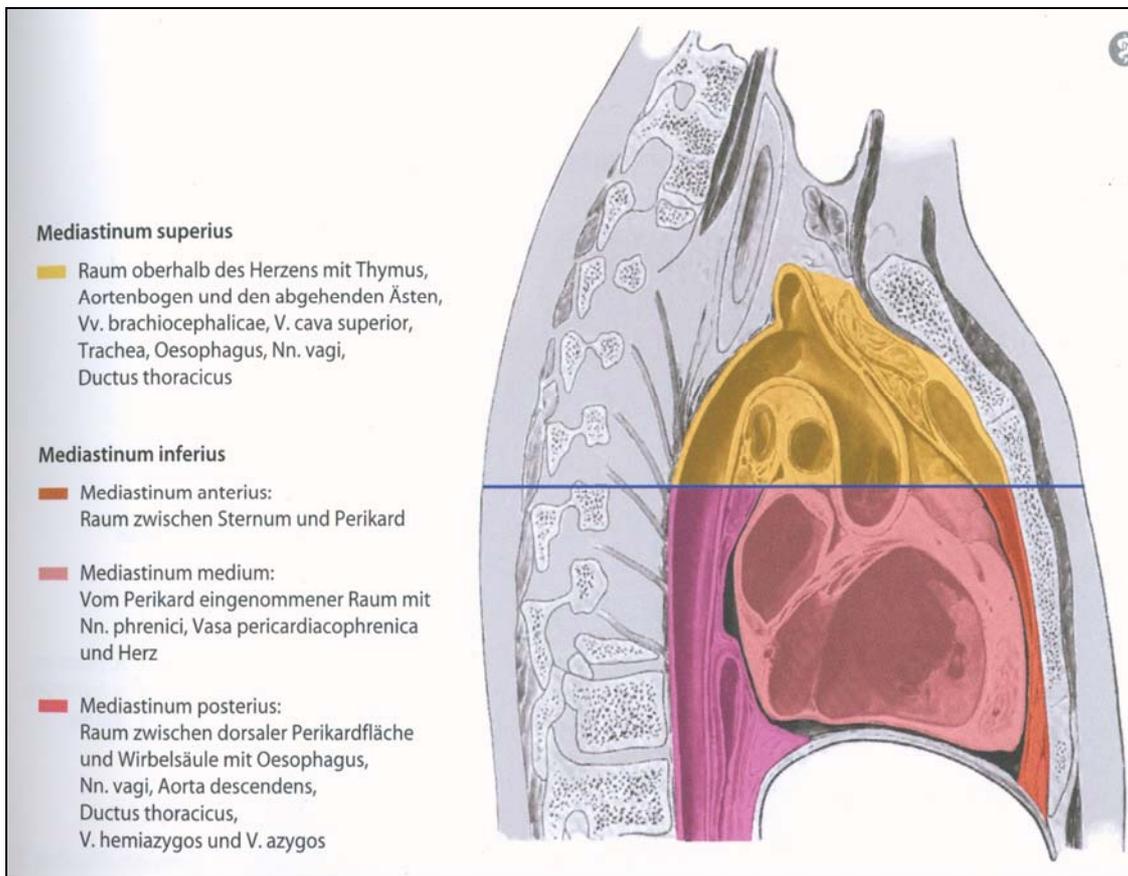
1.1) Anatomie und Definition

Anatomie:

Das Mediastinum bezeichnet das mittlere Gebiet des Brustraums, den so genannten Mediastinal- oder Mittelfellraum. Dieses Gebiet zwischen den beiden Pleurahöhlen bzw. Lungen liegend wird nach beiden Seiten durch den „Partes mediastinales“ der „Pleurae parietales“ begrenzt. Kaudal endet es am Zwerchfell, kranial steht es durch die obere Thoraxapertur mit dem Bindegeweberaum des Halses in direktem Zusammenhang, nach vorne wird es durch das Brustbein und den Rippenknorpel bzw. durch die innere Brustkorbfaszie begrenzt und nach hinten durch die Wirbelkörper bzw. die hintere Brustwand.

Die Transversalebene durch die Bifurcatio trachea teilt das Mediastinum in ein Mediastinum superius und Mediastinum inferius. Im Mediastinum superius befinden sich unter anderem Thymus, Vena cava superior, Aortenbogen, Trachea, Ösophagus, Nervus vagus und Nervus phrenicus. Das Mediastinum inferius wird nochmals unterteilt in ein Mediastinum anterius, medium und posterius. Im Mediastinum anterius finden sich Herzbeutelvorderseite und Sternumrückseite, im Mediastinum medium Herzbeutel, Herz, Nervi phrenici und Vasa pericardiacophrenica und im Mediastinum posterius Ösophagus, Nervi vagi, Vena azygos, Vena hemiazygos, Nervi splanchnici und Ductus thoracicus (44).

Abb. 1: Sagittalschnitt durch das Mediastinum



aus: Bernhard N. Tillmann, Atlas der Anatomie des Menschen, Seite 253 (1.Auflage Springer-Verlag, 2005)

Definition:

Es existieren mehrere Definitionen der Mediastinitis. Im Folgenden werden die drei häufigsten Definitionen, sowie die Definition der Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung (BQS) vorgestellt:

I) Akute oder chronische Mediastinitis nach Robicsek (60):

- Typ I: tritt in der Regel 3-5 Tage nach Sternotomie auf und ist charakterisiert durch nicht-purulentes, seröses, blutiges Exsudat und fehlende Osteomyelitis

- Typ II: ist gekennzeichnet durch einen fulminanten infektiösen Prozess der normalerweise später, ungefähr 1-3 Wochen nach der Operation auftritt
- Typ III: ist eine nach einem Monat bis einem Jahr verzögert auftretende Komplikation nach einem herzchirurgischen Ersteingriff

II) Klassifikation nach medianer Sternotomie nach El Oakley und Wright (20):

- Typ I: Mediastinitis innerhalb von 2 Wochen nach der Operation, ohne Risikofaktoren in der Vorgeschichte des Patienten
- Typ II: Mediastinitis nach 2 bis 6 Wochen postoperativ, ohne Risikofaktoren seitens des Patienten
- Typ IIIa: Mediastinitis Typ I mit einem oder mehreren Risikofaktoren
- Typ IIIb: Mediastinitis Typ II mit einem oder mehreren Risikofaktoren
- Typ IVa: Mediastinitis Typ I, II, III nach einer fehlgeschlagenen chirurgischen Intervention
- Typ IVb: Mediastinitis Typ I, II, III nach mehr als einer fehlgeschlagenen chirurgischen Intervention
- Typ V: Mediastinitis erstmals nach mehr als 6 Wochen nach der Operation

III) Center for Disease Control (CDC) (48):

Das Vorliegen einer Mediastinitis ist erfüllt beim Vorhandensein einer der folgenden Hauptkriterien:

- Keimnachweis aus dem Mediastinum (Gewebe / Abstrich)
- Intraoperativer Nachweis einer Mediastinitis
- Thoraxschmerzen, instabiles Sternum, Fieber ($> 38^{\circ}\text{C}$) und eitrige Sekretion aus dem Mediastinum bzw. Keimnachweis aus der Blutkultur oder aus der mediastinalen Drainage

IV) Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung (BQS):

Unter Mediastinitis wird eine tiefe thorakale, das Sternum und das Mediastinum involvierende Infektion verstanden, sowie allgemeine klinische Zeichen einer Infektion und einer lokalen Sekretansammlung mit Keimnachweis.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine Mediastinitis eine Entzündung des Bindegewebes im Mediastinum infektiöser Genese darstellt, wobei entweder makroskopisch eine eitrige Sekretion und / oder ein positiver Keimnachweis vorliegen muss.

1.2) Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik und Therapie

Ätiologie:

Unterschiedliche prädisponierende Faktoren begünstigen die Entstehung einer Mediastinitis, wobei die Risikofaktoren zum einen durch den Patienten, zum anderen durch den operativen Eingriff und den Krankenhausaufenthalt selbst bedingt sein können. Die Risikofaktoren spielen vor allem als Ansatzpunkte für präventive Maßnahmen eine große Rolle. Zur Verdeutlichung der zeitlichen Zusammenhänge werden sie in prä-, intra- und postoperative Risikofaktoren eingeteilt.

Zu den präoperativen Risikofaktoren gehören sämtliche Grunderkrankungen und Lebensgewohnheiten, die eine verminderte Infektabwehr und Durchblutung im Wundgebiet, sowie eine unzureichende Oxygenierung des Blutes bedingen und sich dadurch negativ auf den sternalen Heilungsprozess auswirken. Intraoperative Risikofaktoren sind durch den Eingriff selbst, die Dauer und den Umfang und durch mögliche Komplikationen während der Operation bedingt. Postoperative Risikofaktoren sind sämtliche den postoperativen Heilungsprozess erschwerende Einflüsse, die teilweise durch den Patienten selbst bedingt sind oder durch die in Verbindung mit dem operativen Eingriff stehende notwendige postoperative Therapie, die sich ebenfalls ungünstig auswirken kann (57).

Pathogenese:

Die Entstehungsursache lässt sich in vier Gruppen einteilen (41, 49):

- Mediastinitis aufgrund einer Ösophagusperforation, z. B. nach endoskopischen Eingriffen, Tumorerosion, nekrotisierende Entzündungen, Fremdkörperin-gestion, Erbrechen (Boerhaave-Syndrom) und Säure- und Laugenverletzungen
- Infektionen im Kopf- und Halsbereich, z. B. Pharyngitis, Tonsillitis, Zahn-infektion, Zahnextraktion, Sinusitis, Otitis media und Sialadenitis (tiefe nekrotisierende Mediastinitis)
- Infektionen mit Ursprung von anderen Körperbereichen ausgehend, z. B. Ver-letzung der Trachea nach Intubation, laparoskopischer Cholezystektomie, Trauma, durch intra- oder extrathorakale Ausbreitung einer Infektion von Pleura, Lunge oder Lymphknoten ausgehend, nach Pankreatitis oder Halswirbel-säulenoperationen
- Mediastinitis nach Gefäß-, Herz- und/oder Thoraxoperationen, deren operativer Zugang eine mediane Sternotomie ist

Diagnostik:

Wichtig in der Diagnostik der Mediastinitis ist es die klinischen Symptome rechtzeitig und richtig zu interpretieren. Zu diesen zählt die Sternuminstabilität bis hin zur Sternumdehiszenz. Oftmals beschreiben Patienten ein „Knacken“ im Brustbein oder Schmerzen im Inzisionsbereich (15, 64). Bei weit klaffenden Sternumrändern (Ausriss aller Cerclagen) kann die Krepitation auch fehlen. Die Symptomatik ist manchmal diskret, so dass die Sternumdehiszenz oftmals unerkannt bleiben kann. Bei oberfläch-licheren Entzündungen kommt es unter anderem zu Rötung, Schwellung und Eiterbildung prästernal (27). Leitysymptome sind Fieber ($>38\text{ °C}$), Schüttelfrost, Tachy-kardie, Atemnot, Heiserkeit, Schwellung im Halsbereich, reduzierte Urinproduktion, Leukozytose, sowie ggf. das klinische Bild einer Sepsis (40). Die Diagnosestellung

ergibt sich aus den o. g. klinischen Symptomen, dem mikrobiologischen Befund und der Laboruntersuchung des Blutes (5, 65). Des Weiteren werden Röntgenaufnahmen des Thorax (30), cerviko-thorakales Computertomogramm bzw. Computertomographie bei Verdacht auf gasbildende Organismen im Thorax (29, 40) und seltener die Magnetresonanztomographie als bildgebende Verfahren zur Diagnostik angewendet.

Therapie:

Bei Verdacht auf eine Mediastinitis muss umgehend die Diagnose gesichert werden und mit der Therapie der Mediastinitis begonnen werden. Diese besteht aus verschiedenen miteinander kombinierten oder teilweise allein durchgeführten Abläufen. Wichtig sind eine Reoperation mit ausführlicher Spülung, aggressivem Debridement des Wundgebiets, Entfernung sämtlichen Fremdmaterials (Cerclagen, Bänder, etc.) und die Entnahme eines mikrobiologischen Abstrichs für die Sicherung der Diagnose und der gezielten antibiotischen Therapie (14, 17, 18, 40, 51, 52). Bei oberflächlichen Infektionen reicht dieser einmalige operative Eingriff aus, bei tiefen Infektionen muss dieser Eingriff mehrfach wiederholt werden bis Keimfreiheit im Mediastinum erreicht wird. Das kann zum einen offen oder geschlossen (nach Reverdrahtung) mittels Einbringung eines Spül- und Saugsystems erfolgen (2, 37, 40). Eine neuere Behandlungsmethode ist die Therapie mittels Vakuumversiegelung (vacuum assisted closure). Durch diese Methode wird neben einer mechanischen Stabilisierung des Thorax auch eine Säuberung der Wunde erreicht (6, 16, 23, 25, 47, 56, 72-74, 82). Wenn makroskopisch saubere Wundverhältnisse erreicht sind, schließt sich das sekundäre Wundmanagement an. Bei intaktem Sternum wird wenn möglich, eine Reverdrahtung des Sternums mittels Drahtcerclagen, Osteosyntheseplatten, Sternumbändern oder einer Kombination durchgeführt (3, 45, 75). Zusätzlich kann noch ein retrosternales oder mediastinales Spülsystem installiert werden (2). Bei einem fragmentierten Sternum wird häufig die Methode nach Robicsek (62) und deren Varianten (61, 67, 78) durchgeführt. Zudem sind weitere Verfahren zur Reverdrahtung des Sternums in der Literatur beschrieben worden (32, 69, 83). In vielen Fällen ist jedoch aufgrund des massiven infektiösen Befalls des Gewebes eine umfassende Exzision aller infizierten und nekrotischen Wundanteile, eingeschlossen des Sternums, unumgänglich. Dadurch

entsteht ein Leerraum der mit gefäßreichem vitalisierendem Gewebe ausgefüllt werden muss. Daher wurden mehrere Techniken zur Deckung der Sternumwunde mit Muskel- und Omentum majus- Lappen entwickelt. Die M. pectoralis major-Plastik ist aufgrund der guten Blutversorgung des M. pectoralis major geeignet (19, 38, 40, 46, 66, 80). Bei großen Defekten liefert diese Methode jedoch nicht ausreichend Gewebe um den Defekt auszufüllen (46). Hierfür eignet sich die Omentum majus-Plastik mit der eine Wundrekonstruktion selbst von größeren Defekten nach ausgiebigem und aggressivem Debridement und Exzision von nekrotischem Gewebe möglich ist (18, 40, 46, 66, 70). Weitere Plastiken, die eher eine geringere Bedeutung spielen und meist in Kombination mit anderen Methoden angewendet werden sind die M. rectus abdominis-Plastik (58) und die M. latissimus dorsi-Plastik (46). Daneben gibt es noch weitere Verfahren in der Therapie der sternalen Infektionen die zurzeit in Erprobung sind (3, 11-13, 75). Unbehandelt führt eine Mediastinitis in nahezu 100% der Fälle zum Tod (19).

2.) Patienten und Methodik

Zwischen Januar 1994 und Dezember 2003 unterzogen sich in der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg 5273 Patienten einem herzchirurgischen Eingriff. 56/5273 erwachsene Patienten (1,06%) wurden aufgrund einer Mediastinitis unterschiedlicher Genese behandelt.

2.1) Ein- und Ausschlusskriterien

Alle 56 Patienten, deren Daten bei dieser Studie überprüft wurden, wiesen folgende Gemeinsamkeiten auf:

- Alle Patienten waren zum Zeitpunkt der Diagnose 18 Jahre und älter.
- Bei allen Patienten kam es nach Diagnosestellung zu einer erneuten bzw. erstmaligen Eröffnung des Mediastinums.
- Patienten mit einem Rezidiv (1/56 Patienten, 1,8%) wurden erneut in die Patientenliste aufgenommen und in den aktuellen Parametern als eigenständige Krankengeschichte angesehen.
- Patienten mit Begleiterkrankungen jeglicher Art wurden nicht von der Studie ausgenommen.
- Patienten von anderen Instituten des Universitätsklinikums Würzburg mit gesicherter Diagnose (2/56 Patienten, 3,6%), ohne vorheriger medianer Sternotomie, wurden ebenfalls in die Studie mitaufgenommen.
- 1/56 Patienten (1,8%) wurde von extern mit gesicherter Diagnose zugewiesen und ebenfalls ohne eine vorherige mediane Sternotomie in die Studie aufgenommen.
- Bei allen Patienten wurden im Mediastinum Keime nachgewiesen.
- Die Patienten hatten im Vorfeld eines oder mehrere der typischen Symptome einer Mediastinitis.

Weiterhin definierten wir eine tiefe und eine oberflächliche Mediastinitis. Bei beiden Formen kam es zu einer Reoperation und Isolierung von Keimen. Bei der oberflächlichen Variante war nach dem einmaligen operativen Eingriff kein weiteres operatives Vorgehen notwendig, ggf. wurde noch eine Spül- und Saugdrainage nach Reverdrahtung des Sternums eingebracht. Bei der tiefen Mediastinitis waren mehrfache Reoperationen notwendig, zudem kam es teilweise zum Einsatz von Plastiken um den Wunddefekt zu verschließen. Besondere Auswahlkriterien, wie andere Begleiterkrankungen existierten nicht. Somit ergaben sich 56/5273 Patienten (1,06%), die in die Studie aufgenommen wurden. Ausschlusskriterien wurden keine festgelegt.

2.2) Untersuchungsverfahren und Patientenfragebogen

Die Studie stützt sich auf eine retrospektive Untersuchung. Dabei wurde für jeden Patienten ein Dokumentationsbogen angelegt, in dem die prä-, intra- und postoperativen klinischen Parameter erfasst wurden. Weiterhin umfasst der Bogen die Dokumentation der Erreger und der Therapie.

Präoperative Parameter:

- Lebensalter (≥ 75), Geschlecht, Größe, Gewicht, Adipositas, Diabetes mellitus
- Nikotinabusus, Lungenerkrankungen, Niereninsuffizienz, Dialyse, Hypertonie
- Hypercholesterinämie, Herzinsuffizienz (NYHA ≥ 3), Ejektionsfraktion ($< 35\%$)
- Präoperative Verweildauer (> 5 Tage), Koronare Herzkrankheit, Kortikosteroide
- pAVK, Alkoholabusus
- sonstige Risikofaktoren und Ergänzungen

Intraoperative Parameter:

- Notfallmäßige Operation, Operationsdauer, HLM-Zeit, Abklemmzeit
- Blutverlust, Transfusionen, Verwendung (LIMA, RIMA, V. saphena magna)
- Art des Eingriffs (Koronar-, Klappen-, Kombinations- und Thoraxchirurgisch)

Postoperative Parameter:

- Art des Sternumverschlusses
- Intubationsdauer (> 5 Tage),
- Intensivstationaufenthalt (> 10 Tage)
- Zeitraum Operation bis Diagnosestellung

Erregerspektrum:

- Bakterien, Pilze

Therapieform:

- Antibiotische und antimykotische Therapie
- Op-Situs: Oberflächliche und tiefe Infektionen
- Operative Therapie: Reverdrahtung des Sternums, M. pectoralis major-Plastik, Omentum majus-Plastik, M. rectus abdominis-plastik, M. latissimus dorsi-Plastik, VAC-System, andere Operationstechniken

2.3) Statistik

Für die statistische Auswertung verwendeten wir SSPS 14.0 für Windows, System zur statistischen und graphischen Datenverarbeitung (Version 14.0.2, Copyright SSPS Inc.) sowie Microsoft Word, Excel und Corell Chart.

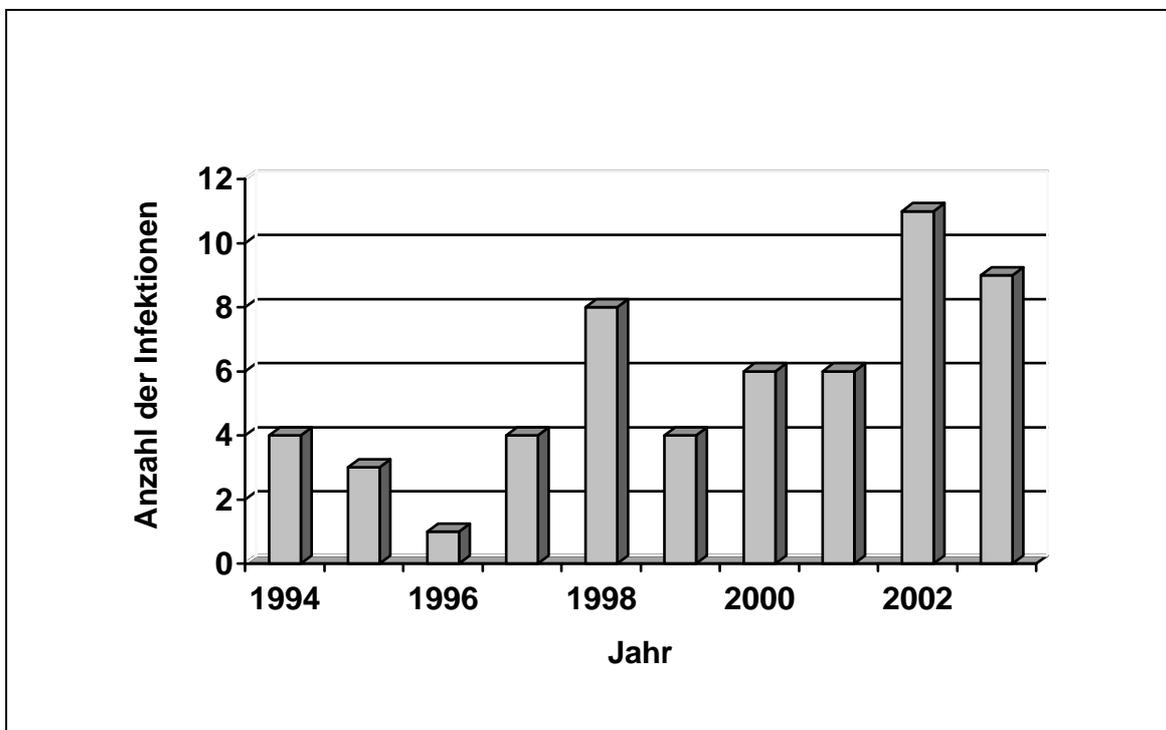
Es werden alle Daten verschlüsselt und unter Berücksichtigung des Datenschutzes in die Datenbank eingegeben. Rückschlüsse auf patienteneigene Daten wie Namen, Vornamen und Aufenthaltsort sind nicht möglich. Die Angaben über kontinuierliche Werte erfolgen jeweils anhand des Mittelwertes ± 1 Standardabweichung. Für alle statistischen Analysen galt jeweils ein beidseitiges Signifikanzniveau von 5%. Bei einem p- Wert kleiner oder gleich 0.05 wurde von einem signifikanten Unterschied der Werte ausgegangen. Für dichotome Variablen wurde der Chi-Quadrat-Test verwendet. Die Variablen werden dafür in einer Vierfeldertafel angeordnet. Die Nullhypothese wird verworfen, falls die berechnete Prüfgröße die tabellierte, kritische Schranke überschreitet. Die Quantilenmessung dient der Auszählung der Werte der Variablen, bei wie viel Probanden er vorkommt.

3.) Ergebnisse

3.1) Inzidenz, Typenverteilung und Mortalität

Zwischen Januar 1994 und Dezember 2003 wurde in der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg an 5273 konsekutiven Patienten aufgrund einer Erkrankung unterschiedlicher Genese ein herzchirurgischer Eingriff vorgenommen. Von diesem Patientenkollektiv wurden insgesamt 56/5273 Patienten (1,06%) aufgrund einer Mediastinitis behandelt. Die Zahl der Fälle variierte jährlich. Die geringste Quote lag 1996 mit 1/545 Mediastinitisfällen (0,18%) vor, die höchste 2002 mit 11/451 (2,44%). Der Mittelwert lag über dem gesamten Zeitraum gesehen bei 1,24%, die Standardabweichung bei +/- 0,72%.

Abb. 2: Anzahl der jährlichen Mediastinitispatienten von 1994 bis 2003 in der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg



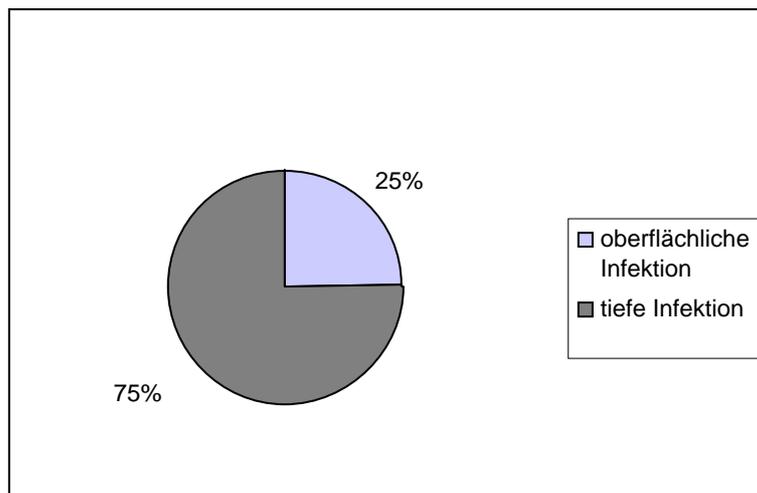
In dieser Zahl sind bereits zwei Patienten (0,038%) enthalten, welche mit gesicherter Diagnose vom Institut für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Würzburg, ohne vorheriger medianer Sternotomie, zur operativen Behandlung der Mediastinitis übernommen wurden. In beiden Fällen handelte es sich um eine deszendierende nekrotisierende Mediastinitis als Komplikation nach Extraktion von Zähnen. Der von extern, ebenfalls nach Zahnextraktion, mit gesicherter Diagnose zugewiesene Patient (0,019%) ist auch in dieser Zahl mit eingeschlossen. Eine Mediastinitis als postoperative Komplikation nach vorheriger medianer Längssternotomie entwickelten 53/5273 Patienten (1,00 %).

Tab. 1: Inzidenz der jährlichen Mediastinitiserkrankungen von 1994 bis 2003 in der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg

Zeitraum	Anzahl	Prozent
1994 bis 2003	56/5273	1,06%
1994	4/619	0,65%
1995	3/582	0,52%
1996	1/545	0,18%
1997	4/569	0,70%
1998	8/583	1,37%
1999	4/525	0,76%
2000	6/552	1,09%
2001	6/462	1,30%
2002	11/451	2,44%
2003	9/385	2,34%

12/56 Patienten (21,4%) waren Frauen und 44/56 Patienten (78,6%) waren Männer. Als weitaus häufigste Form der sternalen Wundinfektion lag bei 42/56 Patienten (75,0%) die tiefe Mediastinitis vor. 14/56 Patienten (25,0%) wurden wegen einer oberflächlichen Mediastinitis behandelt.

Abb. 3: Typenverteilung der Mediastinitis in unserem Patientenkollektiv



Die Infektion und die damit verbundenen Behandlungen und Reoperationen überlebten 44/56 Patienten (78,6%), 12/56 Patienten (21,4%) verstarben an den Folgen der Mediastinitis. 10/12 Patienten (83,3%) starben noch im Krankenhaus, 2/12 Patienten (16,7%) nachdem sie bereits aus der stationären Behandlung entlassen wurden und die Nachsorgeuntersuchungen in Anspruch nahmen. Von den 12/56 (21,4%) verstorbenen Patienten waren 10/12 (83,3%) männlich und 2/12 (16,7%) weiblich.

Tab. 2: Mortalität der Patienten aufgrund der Mediastinitis

	Patientenanzahl	Prozent
Überlebende Patienten	44/56	78,6%
Verstorbene Patienten	12/56	21,4%
Verstorbene männliche Patienten	10/12	83,3%
Verstorbene weibliche Patienten	2/12	16,7%

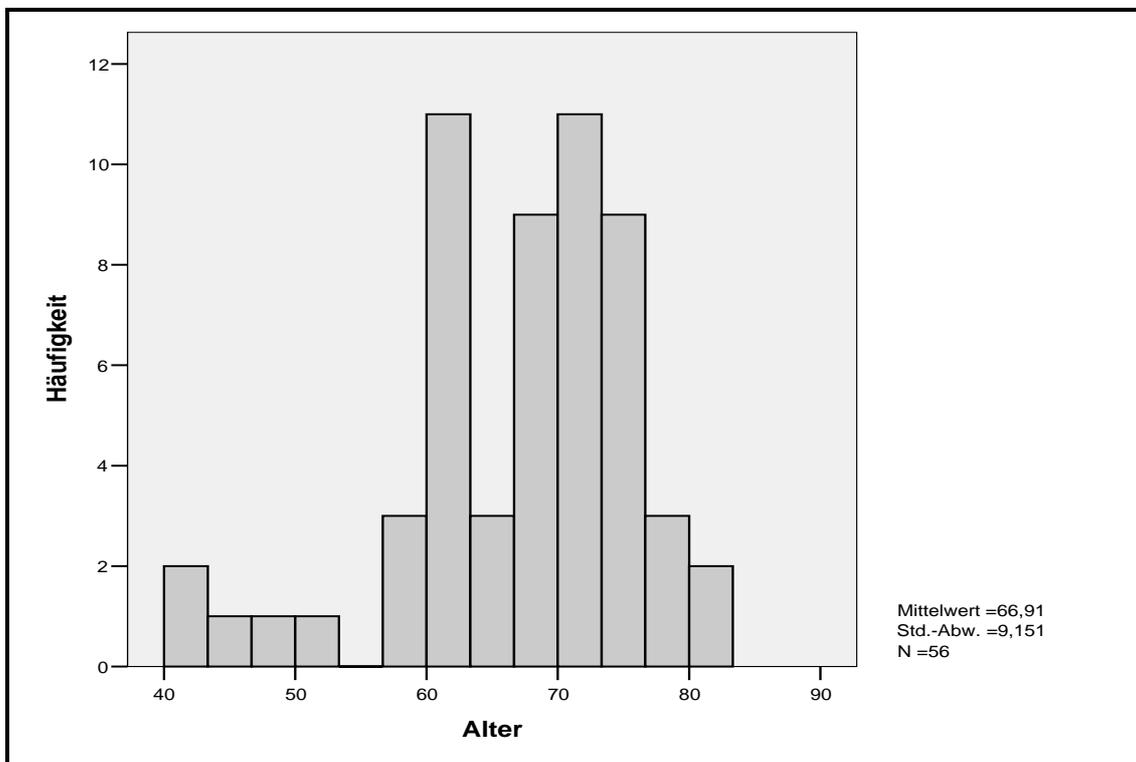
3.2) Präoperative Parameter und Risikofaktoren

Bei 53/56 Patienten mit tiefem sternalem Wundinfekt (94,6%) an der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg handelte es sich ursprünglich um elektive Eingriffe. Zu diesen zählen auch die beiden Patienten vom Institut für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, sowie der extern zugewiesene Patient, die nach geplanten Eingriffen eine deszendierende nekrotisierende Mediastinitis als Komplikation zur Folge hatten.

3.2.1) Alter

Das Durchschnittsalter betrug 66,9 Jahre (+/- 9,15 Jahre). Das Alter des jüngsten Patienten lag bei 40, das des ältesten bei 82 Jahren. Das Alter der männlichen Patienten lag im Durchschnitt bei 67 Jahren (+/- 8,7 Jahre), das der Patientinnen bei 66,5 Jahren (+/- 11,15 Jahre).

Abb. 4: Altersverteilung der Patienten mit Mediastinitis



3.2.2) Adipositas

Bei stationärer Aufnahme und erstmaliger körperlicher Untersuchung wiesen 37/56 Patienten (66,1%) eine Adipositas unterschiedlichen Grades auf. Die durchschnittliche Größe lag bei rund 168 cm (Standardabweichung +/- 7,6 cm), das Durchschnittsgewicht bei 79,65 kg (Standardabweichung +/- 12,66 kg). Die Einteilung der Schweregrade des Übergewichts erfolgte nach dem Körpermassenindex (body mass index = BMI). Der BMI wird wie folgt berechnet als:

$$\text{Körpergewicht in kg: (Körperlänge in m)}^2$$

Normalgewicht: BMI von 20-25 kg/m². Präoperativ wurden 19/56 Patienten (34%) des Gesamtkollektivs zu dieser Gruppe gezählt.

Adipositas Grad I: Übergewicht mit BMI- Werten von 25-30 kg/m². Dieser Gruppe wurden 22/56 Patienten (39,3%) zugerechnet.

Adipositas Grad II: Starkes Übergewicht mit BMI- Werten von 30-40 kg/m². 15/56 unserer untersuchten Patienten (26,8%) wurden dieser Gruppe zugeordnet.

Adipositas Grad III: Massives Übergewicht mit BMI- Werten > 40 kg/m². Von den 56 Patienten litt keiner unter dieser Form der Adipositas.

Tab. 3: Präoperative Einteilung des Übergewichts

Grad der Adipositas	Anzahl	Prozent
Normalgewicht	19/ 56	34%
Adipositas Grad I	22/ 56	39,3%
Adipositas Grad II	15/ 56	26,8%
Adipositas Grad III	0/ 56	0%

3.2.3) Diabetes mellitus

Weiterhin waren bereits 25/56 Patienten (44,6%) an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankt, davon 15/56 Patienten (26,8%) am Typ 2b. An Diabetes mellitus Typ I litt lediglich 1 Patient (1,8%). 10/26 Diabetiker (38,5%) wurden mit Insulin therapiert, orale Antidiabetika (Glimepirid und Metformin) nahmen 15/26 (57,7%) ein. 3/26 Diabetiker (11,5%) erhielten Insulin und orale Medikamente, bei 6/26 (23%) konnte der Blutzucker sogar nur diätetisch eingestellt werden. Der durchschnittliche präoperative Blutzuckerwert aller Patienten betrug 136 mg/dl, die Standardabweichung lag bei +/- 56 mg/dl. Die Einteilung des Diabetes mellitus erfolgte nach dem Schema der American Diabetes Association (ADA).

Typ 1 Diabetes: Immunologisch oder idiopathisch verursachte β -Zellzerstörung, die gewöhnlich zum absoluten Insulinmangel führt. Bei 1/56 Patienten (1,8%) war dies der Fall.

Typ 2 Diabetes: Vorherrschende Insulinresistenz bei Typ 2b (15/56 Patienten, 26,8%) und relativer Insulinmangel bei Typ 2a (10/56 Patienten, 17,9%) mit häufig begleitender Sekretionsstörung von Insulin.

Typ 3 Diabetes: Andere Ursache als o. g. , bei keinem der Patienten der Fall.

Typ 4 Diabetes: Gestationsdiabetes, ebenfalls bei keinem Patienten der Fall.

Tab. 4: Präoperative Einteilung der Diabetes-Erkrankungen:

Diabetes- Typ	Anzahl	Prozent
Diabetes Typ 1	1/ 56	1,8%
Diabetes Typ 2	25/ 56	44,6%
<i>Typ 2a</i>	10/ 56	17,9%
<i>Typ 2b</i>	15/ 56	26,8%
Diabetes Typ 3	0/ 56	0%
Diabetes Typ 4	0/ 56	0%

3.2.4) Metabolisches Syndrom

Zudem klagten 36/56 Patienten (64,3%) über einen vorbestehenden arteriellen Hypertonus, eine spezielle Einteilung entsprechend der WHO-Klassifikation erfolgte nicht. Ferner war bei 31/56 (55,4%) eine Hyperlipidämie nachzuweisen. Die Mehrzahl der bisher genannten Erkrankungen entwickelte sich auf dem Boden eines metabolischen Syndroms. Dabei kommt es zu einem gehäuften Zusammentreffen von Adipositas, Hyperlipidämie, Diabetes mellitus und arterieller Hypertonie (Definition nach Herold – Innere Medizin). Bei 12/56 Patienten des Gesamtkollektivs (21,4%) lag das metabolische Syndrom vor.

3.2.5) Periphere arterielle Verschlusskrankheit

Die periphere arterielle Verschlusskrankheit mit einer Stenose oder einem Verschluss von Arterien der Extremitätengefäße war bei 18/56 Patienten (32,1%) vorzufinden. Die Symptome waren unterschiedlich stark ausgeprägt. Teilweise waren die Patienten beschwerdefrei oder klagten über Schmerzen nach Zurücklegen einer bestimmten Wegstrecke. Eine Einteilung des Kollektivs entsprechend der Stadien der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit nach Fontaine erfolgte nicht.

3.2.6) Lungenerkrankungen

Präoperativ lagen bereits verschiedene Lungenerkrankungen vor (21/56, 37,5%). Eine Vergrößerung der Totalkapazität (TLC), Verringerung des forcierten expiratorischen Volumens (FEV1) bei normaler Vitalkapazität (VC) konnte bei 14/56 Patienten (25%) aufgrund obstruktiver Ventilationsstörungen festgestellt werden. Eine Einschränkung der Totalkapazität (TLC), der Vitalkapazität (VC) und der funktionellen Residualkapazität (FRK) im Sinne einer restriktiven Ventilationsstörung lag 5/56 Patienten (9%) vor. Eine Kombination aus restriktiven und obstruktiven Ventilationsstörungen war lediglich bei 2/56 Patienten (3,6%) vorzufinden. Regelmäßiger Tabakkonsum wurde bei 11/56 Untersuchten (19,6%) festgestellt. 20/56 Patienten (35,7%) hatten noch vor der stationären Aufnahme den regelmäßigen Tabakkonsum beendet. 25/56 Patienten (44,6%) verneinten jeglichen Konsum zum Zeitpunkt vor und während der Erstuntersuchung. Diese definierten wir als Gruppe der Nichtraucher.

3.2.7) Niereninsuffizienz

Bereits vor der Operation waren 13/56 Patienten (23,2%) an einer chronischen Niereninsuffizienz erkrankt. Dialysepflichtig war die Niereninsuffizienz bei 2/56 Patienten (3,6%). Der Kreatinin-clearance-Mittelwert bei den Patienten mit chronischer Niereninsuffizienz lag bei 2,53 mg/dl (Standardabweichung +/- 2,56 mg/dl), der Harnstoff-Mittelwert betrug 48,7 mg/dl (Standardabweichung +/- 25,3 mg/dl).

Die Einteilung der Schweregrade der Stadieneinteilung der chronischen Niereninsuffizienz erfolgte nach dem Grad der Retention.

Stadium I: Stadium der vollen Kompensation mit erniedrigter Kreatinin-clearance und Retentionswerten im Normbereich bei eingeschränkter Niereninsuffizienz. Hierzu wurden präoperativ 6/56 Patienten (10,7%) gezählt.

Stadium II: Stadium der kompensierten Retention bei dem es zu einer stabilen Erhöhung der Retentionswerte ohne urämische Symptomatik kommt. Dieser Gruppe wurden 4/56 Patienten (7,1%) zugeordnet.

Stadium III: Stadium der dekompenzierten Retention mit Ausbildung der typischen Urämiesymptomatik und Kreatininwerten von ≥ 6 mg/dl. Dies war bei 2/56 Patienten (3,6%) der Fall.

Stadium IV: Stadium der terminalen Niereninsuffizienz mit irreversiblen und durch konservative Maßnahmen nicht mehr zu beherrschendes Nierenversagen. Das war bei 1/56 Patienten (1,8%) der Fall.

Tab. 5: Präoperative Stadieneinteilung der chronischen Niereninsuffizienz:

Stadium	Anzahl	Prozent
Stadium I (volle Kompensation)	6/56	10,7%
Stadium II (kompensierte Retention)	4/56	7,1%
Stadium III (dekompenzierte Retention)	2/56	3,6%
Stadium IV (terminale Niereninsuffizienz)	1/56	1,8%

3.2.8) Herzinsuffizienz

Weiterhin klagten bei Erstuntersuchung 2/56 Patienten (3,6%) über eine Herzinsuffizienz der Klasse III (starke Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei normaler Belastung) entsprechend der Einteilung der New York Heart Association (NYHA). Höhere Schweregrade lagen nicht vor, niedrigere Schweregrade waren für die Studie nicht von Bedeutung. Außerdem lag bei beiden Patienten die Ejektionsfraktion unter 35%.

3.2.9) Immunsuppression

Bei weiteren 3/56 Patienten (5,4%) lag bereits aufgrund von Grunderkrankungen eine Kortikosteroidtherapie vor, welche bei den Betroffenen eine herabgesetzte Immunabwehr und ein erhöhtes Infektionsrisiko zur Folge hatte. Bei stationärer Aufnahme waren 5/56 Patienten (9,0%) Alkoholiker und hatten somit bereits präoperativ aufgrund multifaktorieller Folgen des Alkoholmissbrauchs ein erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen.

3.2.10) Präoperative Verweildauer

Ein weiterer wesentlicher Faktor der nicht unbeachtet bleiben sollte, ist die präoperative Verweildauer der Patienten vom Zeitpunkt der stationären Aufnahme bis hin zum Operationstermin. Dabei steigt mit zunehmender Verweildauer das Risiko für Komplikationen und Infektionen. Eine statistisch signifikante Zunahme der Probleme besteht vor allem für Patienten die bereits länger als 5 Tage stationär aufgenommen worden waren. Dies trifft auf insgesamt 24/56 des Patientenkollektivs (42,9%) zu. Die durchschnittliche präoperative Verweildauer betrug 8,2 Tage (Standardabweichung +/- 7,5 Tage). Die kürzeste präoperative Verweildauer lag bei 2 Tagen, die längste bei 30 Tagen. Die beiden Patienten die planmäßig vom Institut für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Würzburg zur operativen Therapie der Mediastinitis übernommen wurden, sowie der extern eingewiesene Patient wurden zu der Gruppe der Patienten gezählt, die eine kürzere Verweildauer als 5 Tage hatten, da die Zahnextraktion als Ersteingriff keine präoperative Verweildauer benötigte. Zudem konnte bei zwei Patienten die notfallmäßig operiert werden mussten keine präoperative Verweildauer nachgewiesen werden.

Tab. 6: Präoperative Risikofaktoren und Parameter:

Risikofaktoren und Erkrankungen	Anzahl	Prozent
Patienten 75 Jahre und älter	14/56	25,0%
Adipositas Grad I + II	37/56	66,1%
Diabetes mellitus Typ 1 + 2	26/56	46,4%
<i>Therapie mit Insulin</i>	10/56	17,9%
<i>Orale Antidiabetika</i>	15/56	26,8%
<i>Insulin und orale Antidiabetika</i>	3/56	5,4%
<i>Diätetische Einstellung</i>	6/56	10,7%
Arterielle Hypertonie	36/56	64,3%
Hyperlipidämie	31/56	55,4%
Metabolisches Syndrom	12/56	21,4%
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	18/56	32,1%
Lungenerkrankungen	21/56	37,5%
<i>Obstruktive Ventilationsstörungen</i>	14/56	25,0%
<i>Restriktive Ventilationsstörungen</i>	5/56	9,0%
<i>Kombinierte Ventilationsstörungen</i>	2/56	3,6%
Nikotinkonsum	11/56	19,6%
Ex-Nikotin	20/56	35,7%
Chronische Niereninsuffizienz	12/56	21,4%
<i>Dialysepflichtige Niereninsuffizienz</i>	2/56	3,6%
Herzinsuffizienz NYHA-Klasse III	2/56	3,6%
Ejektionsfraktion < 35%	2/56	3,6%
Kortikosteroidtherapie	3/56	5,4%
Alkoholabusus	5/56	9,0%
Präoperative Verweildauer > 5 Tage	24/56	42,9%

Tab. 7: Deskriptive präoperative Statistik:

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter	40 Jahre	82 Jahre	66,9 Jahre	+/- 9,15 Jahre
<i>männlich</i>	40 Jahre	82 Jahre	67 Jahre	+/- 8,7 Jahre
<i>weiblich</i>	46 Jahre	79 Jahre	66,5 Jahre	+/- 11,15 Jahre
Body Mass Index	19 kg/m ²	39 kg/m ²	28 kg/m ²	+/- 4,10 kg/m ²
Blutzucker präoperativ	80 mg/dl	321 mg/dl	136 mg/dl	+/- 56 mg/dl
Präop. Verweildauer	2 Tage	30 Tage	8,2 Tage	+/- 7,5 Tage

3.3) Chirurgischer Ersteingriff und intraoperative Parameter

Nach entsprechender präoperativer Verweildauer erfolgte bei 53/56 Patienten (94,6%) der operative Eingriff in unserer Klinik. 2/56 Patienten (3,6%) wurden erst im späteren postoperativen Verlauf bei Zustand nach Zahnextraktion und gesicherter Diagnose einer deszendierenden nekrotisierenden Mediastinitis von der HNO-Klinik zur operativen Therapie in unserer Klinik vorgestellt. Bei einem Patienten (1,8%) handelte es sich um ein Rezidiv und ein weiterer Patient (1,8%) wurde mit gesicherter Diagnose bei Zustand nach Weisheitszahnextraktion von extern eingewiesen. Der Ersteingriff in der Vorgeschichte der zum Auftreten der Mediastinitis führte, wurde auch für den Fall des Rezidivs übernommen und als elektiver Eingriff eingestuft. Somit handelte es sich in 53/56 Fällen (94,6%) um geplante Operationen, bei denen es im postoperativen Verlauf zur Ausbildung einer Mediastinitis als Komplikation kam. Zu diesem Kollektiv wurden auch die beiden Patienten aus der HNO-Klinik und der externe Patient gezählt, da die vorangegangenen Zahnextraktionen ebenfalls als geplante Eingriffe gewertet wurden. 3/56 Operationen (5,4%) waren Notfalleingriffe die aufgrund der Lebensgefahr umgehend durchgeführt werden mussten.

Bei diesen drei notfallmäßigen Eingriffen handelte es sich um:

- zwei Aneurysma dissecans der gesamten Aorta Typ I nach De Bakey
- eine Ösophagusruptur

Die Erstoperation an unserer Klinik erfolgte bei 53/56 Patienten (94,6%) unter Zuhilfenahme der Herz- Lungenmaschine (extracorporale Zirkulation). Die durchschnittliche Operationsdauer betrug 259 Minuten (+/- 87 min.), die HLM-Zeit lag bei 125 Minuten (+/- 64 min.) und die Abklemmzeit bei 69 Minuten (+/- 26 min.). Das weitere operative Vorgehen erfolgte nun entsprechend der Eingriffsart. 44/56 Patienten (78,6%) unterzogen sich einem koronarchirurgischen Eingriff. In 26/56 Fällen (46,4%) kam es zur Verwendung der linken Arteria thoracica interna als aortocoronaren Bypass, bei 2/56 Patienten (3,6%) wurde die rechte Arteria thoracica interna verwendet. Beide Arteriae thoracicae wurden jedoch bei keinem Patienten gleichzeitig verwendet. Eine Verwendung der Vena saphena magna rechts oder links als aortocoronaren Bypass erfolgte in 44/56 Ersteingriffen (78,6%). 9/56 Patienten (16,1%) unterzogen sich aufgrund eines Herzklappenvitiums einer klappenchirurgischen Operation. Bei 8/56 Patienten (14,3%) kam es zu einem Ersatz der Aortenklappe aufgrund Aortenklappenstenose (6/56, 10,7%), Aortenklappeninsuffizienz (1/56, 1,8%) und Aortenklappenendokarditis (1/56, 1,8%). Bei 1/56 Patienten (1,8%) kam es zu einem Mitralklappenersatz wegen einer vorbestehenden schweren Mitralklappeninsuffizienz III°. Bei 5/56 Erstoperationen (9,0%) handelte es sich um einen kombinierten koronargefäß- und klappenchirurgischen Eingriff. In 2/56 Fällen (3,6%) unterzogen sich die Patienten einem aortenchirurgischen Eingriff. Eine Herztransplantation wurde bei 1/56 Patienten (1,8%) durchgeführt. 1/56 Patienten (1,8%) wurde wegen einer Ösophagusruptur notfallmäßig operiert. Intraoperativ kam es zu unterschiedlich stark ausgeprägten Blutungen mit durchschnittlichen Blutverlusten von 2160 ml (+/- 2600 ml). Daher erfolgte in 47/56 Fällen (84%) eine intraoperative Transfusion von Fremdblut bzw. Fremdblutprodukten. Erythrozytenkonzentrate (EK) wurden in 43/56 Operationen (76,8%) mit einer durchschnittlichen Menge von 1670 ml pro Eingriff transfundiert (+/- 1230 ml). Weiterhin wurden bei 10/56 Operationen (17,9%) durchschnittlich 2630 ml Fresh Frozen Plasma (FFP) (+/- 1880 ml) und in 6/56 Fällen (10,7%) 950 ml (+/-450 ml) Thrombozytenkonzentrate (TK) gegeben. Andere Blutprodukte wurden in so geringen Mengen transfundiert, dass

sie für diese Studie ohne Bedeutung waren. Bei 52/56 Patienten (92,9%) kam es zu einem primären Sternumverschluß mittels Drahtcerclagen, lediglich bei einem Patienten mit Ösophagusruptur kam es zu keinem Verschluss des Sternums. In den drei Fällen mit deszendierender nekrotisierender Mediastinitis erfolgte die erstmalige mediane Sternotomie mit der operativen Sanierung.

Tab. 8: Deskriptive intraoperative Statistik:

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Operationsdauer	140 min.	710 min.	259 min.	+/- 87 min.
HLM-Zeit	13 min.	484 min.	125 min.	+/- 64 min.
Abklemmzeit	16 min.	148 min.	69 min.	+/- 26 min.
Blutverluste	400 ml	15000 ml	2160 ml	+/- 2600 ml
EK	450 ml	6900 ml	1670 ml	+/- 1230 ml
FFP	400 ml	6400 ml	2630 ml	+/- 1880 ml
TK	250 ml	1500 ml	950 ml	+/- 450 ml

Tab. 9: Intraoperative Risikofaktoren und Parameter

Intraoperative Parameter	Anzahl	Prozent
Ersteingriff	53/56	94,6%
Fremdpatienten	3/56	5,4%
Elektive Operationen	53/56	94,6%
Notfalloperationen	3/56	5,4%
Eingriffsart:		
<i>Koronarchirurgisch</i>	44/56	78,6%
<i>Klappenchirurgisch</i>	9/56	16,1%
<i>Kombinationseingriff</i>	5/56	9,0%
<i>Aortenchirurgisch</i>	2/56	3,6%
<i>Herzchirurgisch</i>	1/56	1,8%
<i>Andere</i>	1/56	1,8%
Bypassgefäße		
<i>A. thoracica interna links</i>	26/56	46,4%
<i>A. thoracica interna rechts</i>	2/56	3,6%
<i>Vv. saphenae magnae</i>	44/56	78,6%
Herzklappenersatz	9/56	16,1%
<i>Aortenklappenersatz</i>	8/56	14,3%
<i>Aortenklappenstenose</i>	6/56	10,7%
<i>Aortenklappeninsuffizienz</i>	1/56	1,8%
<i>Aortenklappenendokarditis</i>	1/56	1,8%
<i>Mitralklappenersatz</i>	1/56	1,8%
Transfusion	47/56	84,0%
<i>Erythrozytenkonzentrat</i>	43/56	76,8%
<i>Fresh Frozen Plasma</i>	10/56	17,9%
<i>Thrombozytenkonzentrat</i>	6/56	10,7%
Sternumverschluß	52/56	92,9%

3.4) Postoperativer Verlauf und Parameter

Nach Beendigung des operativen Eingriffs erfolgte die Verlegung aller Patienten im intubierten Zustand auf die Intensivstation. Nach sorgfältiger Abwägung in jedem einzelnen Fall konnten die Patienten extubiert werden. Teilweise erfolgte dies noch am Operationstag selbst, größtenteils jedoch innerhalb der ersten 5 Tage postoperativ (51/56 Patienten, 91%). 5/56 Patienten (9,0%) mussten länger als 5 Tage intubiert und maschinell beatmet werden. Drei der langzeitbeatmeten Patienten konnten nach einem Zeitraum von 16 bis 28 Tagen extubiert werden, zwei aus diesem Kollektiv blieben vom Zeitpunkt der Operation bis zu ihrem Tod intubiert und maschinell beatmet. 48/56 Patienten (85,7%) konnten innerhalb der ersten 10 Tage postoperativ auf die peripheren Stationen zurückverlegt werden. 8/56 Patienten (14,3%) mussten aufgrund auftretender Komplikationen und instabiler Kreislaufverhältnisse bis zu 60 Tage auf der Intensivstation behandelt werden. Zwei Patienten aus diesem Kollektiv verstarben. Symptome wie Fieber, Rötung und sichtbare Entzündung des Sternums, sowie Sternuminstabilität und Sternumdehiszenz ließen den Verdacht auf eine Infektion aufkommen. Mit der nachfolgenden Diagnostik bzw. dem nachfolgenden operativen Eingriff konnte die Mediastinitis diagnostiziert werden. Die durchschnittliche Diagnosezeit betrug 12,5 Tage (+/- 6,7 Tage). Die kürzeste Diagnosezeit lag bei 3 Tagen, die längste bei 30 Tagen. Diejenigen Patienten, bei denen die Mediastinitis bereits bei Aufnahme in der Klinik bzw. bei Übernahme von anderen Kliniken feststand, wurden nicht zur Berechnung der Diagnosezeit hinzugezogen. Aufgrund der aufgetretenen Symptomatik kam es bei 53/56 Patienten (94,6%) zu einer Reoperation. Zu diesem Kollektiv wurden nicht die drei Fälle mit Mediastinitis nach Zahnextraktion gezählt, da es bei diesen Patienten beim Ersteingriff nicht zu einer geplanten Eröffnung des Mediastinums durch mediane Längssternotomie kam. Die erstmalige Eröffnung des Mediastinums erfolgte bei diesen Patienten zur Therapie.

Tab. 10: Postoperativer Verlauf

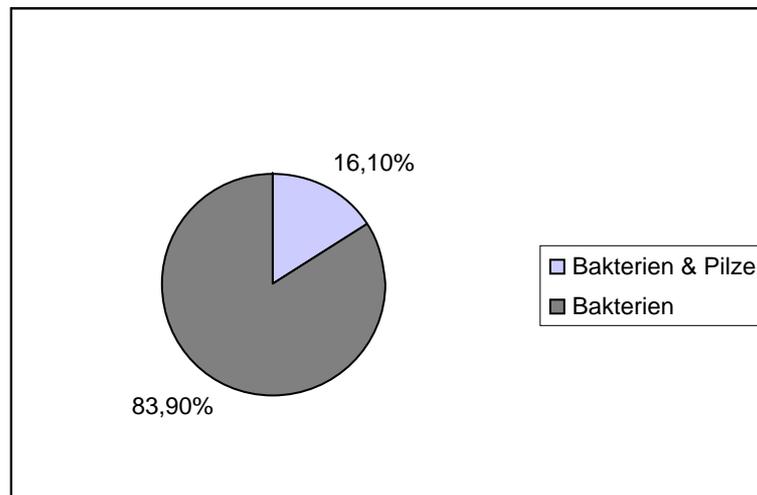
	Anzahl	Prozent
Intubationsdauer \leq 5 Tage	51/56	91,0%
Intubationsdauer $>$ 5 Tage	5/56	9,0%
Intensivaufenthalt \leq 10 Tage	48/56	85,7%
Intensivaufenthalt $>$ 10 Tage	8/56	14,3%

	Mittelwert	Streuung	Minimum	Maximum
Diagnosezeit	12,5 Tage	+/- 6,7 Tage	3 Tage	30 Tage

3.5) Erregerspektrum

Ein wichtiger Bestandteil in der Therapie der Mediastinitis ist es unter anderem die Erreger im Mediastinum zu bestimmen und dann die bereits begonnene Therapie mit Antibiotika entsprechend dem Antibiogramm umzustellen. Bei allen 56 Patienten (100%) konnten bakterielle Erreger festgestellt und isoliert werden. Zusätzlich waren bei 9/56 Erkrankten (16,1%) Pilze nachweisbar, wodurch die oftmals bereits aufgrund bakterieller Mischinfektionen (34/56 Patienten, 60,7%) anspruchsvolle antibiotische Therapie zusätzlich noch erschwert wurde.

Abb. 5: Verteilung der Bakterien und Pilze



3.5.1) Bakterielles Erregerspektrum

In 34/56 Fällen (60,7%) lag eine bakterielle Mischinfektion mit *Staphylococcus aureus*, koagulasennegativen Staphylokokken oder gramnegativen Stäbchen vor. Die restlichen 22/56 Infektionen (39,3%) waren bakterielle Monoinfektionen. Bei 51/56 Patienten (91%) konnten grampositive Kokken nachgewiesen werden. 17/56 Patienten (30,4%) hatten eine Infektion mit *Staphylococcus aureus*, welcher besonders für pyogene Infekte, Toxikosen oder Mischformen verantwortlich ist. In 10/56 Fällen (17,9%) handelte es sich um Infektionen mit methicillinresistentem *Staphylococcus aureus* (MRSA). Bei 42/56 Patienten (75%) konnten koagulasenegative Erreger isoliert werden, die zu den klassischen opportunistischen Keimen gezählt werden. Sie verursachen aufgrund ihrer Fähigkeit, auf der Oberfläche von Fremdkörpern einen Biofilm ausbilden zu können, fremdkörperassoziierte Infekte. Dabei handelte es sich in 40/56 Fällen (71,4%) um *Staphylococcus epidermidis*, einem Keim der Normalflora des Menschen und bei jeweils 1/56 Patienten (1,8%) um *Staphylococcus saprophyticus* und *Staphylococcus haemolyticus*. Zudem waren bei 8/56 Patienten (14,3%) Enterokokken nachweisbar, dabei handelte es sich ausschließlich um *Enterococcus faecalis*, häufiger Auslöser von opportunistischen Infektionen bei abwehrschwachen Personen. In 5/56 Fällen (9,0%) konnten Peptostreptokokken festgestellt werden, welche regelmäßiger Bestandteil der Normalflora des Menschen sind und subakute pyogene Infekte ver-

ursachen. Bei weiteren 4/56 Patienten (7,1%) konnten Streptokokken (*Streptococcus viridans*) isoliert werden, einem Keim der Mundflora, der unter anderem eitrige Abszesse auslösen kann. In 26/56 bakteriologischen Untersuchungen (46,4%) konnten nach Bebrütung der Nährmedien gramnegative Stäbchen dargestellt werden. Mehrfachinfektionen mit gramnegativen Stäbchen waren möglich, jedoch deutlich seltener als bei grampositiven Kokken. Bei 14/56 Patienten (25%) konnte *Pseudomonas aeruginosa* nachgewiesen werden, ein Keim der besonders auf nosokomiale Infektionen zurückzuführen ist und häufig Mehrfachresistenz gegen Antiinfektiva besitzt. Das gleiche gilt für *Stenotrophomonas maltophilia*, welches bei 4/56 Patienten (7,1%) gefunden wurde. Bei weiteren 4/56 Patienten (7,1%) konnte *Enterobacter cloacae* isoliert werden, dessen natürliches Habitat der Darm von Mensch und Tieren ist. Bei 3/56 Fällen (5,4%) konnten nichtfermentierende gramnegative Stäbchen und bei 2/56 Patienten (3,6%) *Escherichia coli* festgestellt werden, einem bakteriellen opportunistischen Erreger. Zudem waren bei 2/56 Patienten (3,6%) *Klebsiella* und bei je 1/56 (1,8%) *Serratia* und *Citrobacter* als opportunistische nosokomiale Infektionskeime mit häufiger Resistenz gegen Antibiotika nachweisbar. Ebenfalls bei je 1/56 Patienten (1,8%) konnten noch *Bacteroides* und *Prevotella* isoliert werden, die besonders endogene Infektionen verursachen. *Acinetobacter*, welche vor allem nosokomiale Infekte verursachen, *Burkholderia* und Flavobakterien konnten bei je 1/56 Patienten (1,8%) gefunden werden. Die dritte Gruppe von Bakterien, die weder den grampositiven Kokken noch den gramnegativen Stäbchen zuzuordnen sind und als Gruppe der sonstigen Bakterien aufgelistet wird, wurde bei 12/56 Patienten (21,4%) festgestellt. Bei 6/56 der Patienten des Gesamtkollektivs (10,7%) wurden *Corynebacterium* und bei 4/56 Patienten (7,1%) *Actinomyces* aus der sternalen Wunde isoliert. Beide Bakterienarten gehören zu den grampositiven, pleomorphen Stäbchen mit geringer Pathogenität, wobei vor allem *Actinomyces* eitrige Infektionen verursachen. Bei 2/56 Patienten (3,6%) konnten zudem *Bazillus spezieis* nachgewiesen werden, einem grampositiven, sporenbildenden, obligat aeroben Stäbchen, dessen natürlicher Lebensraum der Erdboden ist.

Tab. 11: Bakteriologische Untersuchungsergebnisse

Bakterienarten	Anzahl	Prozent
I. Grampositive Kokken	51/56	91,0%
Staphylococcus aureus	17/56	30,4%
<i>MRSA</i>	10/56	17,9%
Koagulase-negative Staphylokokken	42/56	75,0%
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	40/56	71,4%
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1/56	1,8%
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	1/56	1,8%
Enterococcus faecalis	8/56	14,3%
Peptostreptokokken	5/56	9,0%
Streptococcus viridans	4/56	7,1%
II. gramnegative Stäbchen	26/56	46,4%
Pseudomonas aeruginosa	14/56	25,0%
Stenotrophomonas maltophila	4/56	7,1%
Burkholderia	1/56	1,8%
NF gramnegative Stäbchen	3/56	5,4%
Enterobacter cloacae	4/56	7,1%
Escherichia coli	2/56	3,6%
Klebsiella	2/56	3,6%
Serratia	1/56	1,8%
Citrobacter	1/56	1,8%
Bacteroides	1/56	1,8%
Prevotella	1/56	1,8%
Acinetobacter	1/56	1,8%
Flavobakterien	1/56	1,8%
III. Sonstiger Bakterienarten	12/56	21,4%
Corynebacterium	6/56	10,7%
Actinomyces	4/56	7,1%
Bazillus spezies	2/56	3,6%

3.5.2) Infektionen mit Pilze

Postoperativ aufgetretene Pilzinfektion waren weitaus seltener (9/56 Patienten, 16,1%) vorzufinden, jedoch sind sie insgesamt schwerer zu beherrschen und erschweren die Therapie. Mykotische Mischinfektionen kamen ebenfalls vor, waren jedoch sehr selten. Die meisten Pilzinfektionen konnten mit dem Erreger der Kandidose (Soor) nachgewiesen werden, welcher besonders endogene Infektionen begünstigt und zu den Pilzen zählt die opportunistische Systemmykosen verursachen. Primär werden Haut und Schleimhaut befallen, sekundär erfolgt dann die Streuung in andere Organe. Bei 8/56 Patienten (14,3%) konnten Candida spezies isoliert werden, darunter *Candida albicans* (7/56, 12,5%), *Candida glabrata* (3/56, 5,4%) und *Candida parapsilos* (2/56, 3,6%). Hefen konnten bei 2/56 Patienten (3,6%) festgestellt werden. Meist verursachen sie aerogene Infektionen, können aber sekundär in andere Organe streuen.

Tab. 12: Mykologische Untersuchungsergebnisse

Pilzarten	Anzahl	Prozent
Pilzinfektionen	9/56	16,1%
Candida spezies	8/56	14,3%
<i>Candida albicans</i>	7/56	12,5%
<i>Candida glabrata</i>	3/56	5,4%
<i>Candida parapsilos</i>	2/56	3,6%
Hefen	2/56	3,6%

3.6) Antiinfektive Therapie

Ein wichtiger Bestandteil des konservativen Teils der Gesamttherapie ist die antiinfektive Therapie, sowohl gegen Bakterien, als auch gegen Pilze. Bei Verdacht auf eine Infektion erfolgt zunächst die Gabe von Antibiotika mit einem möglichst breiten Wirkungsspektrum und die Probenentnahme für das Hygienelabor oder ggf. Abnahme von Blutkulturen. Nach erfolgter intraoperativer Abstrichentnahme und Anreicherung auf Flüssig- und Nährmedien, sowie durchgeführter Sensibilitäts- und Resistenztests gegen Antibiotika, erfolgt die Umstellung der Antibiose entsprechend dem Antibiogramm. Die Gabe von Antibiotika der verschiedenen Klassen erfolgte, um ein möglichst breites Wirkungsspektrum zu erhalten und die Bildung von Resistenzen zu vermeiden bzw. zu unterdrücken.

3.6.1 Antibakterielle Therapie

Alle der 56 Patienten (100%) wurden antibiotisch behandelt. Entsprechend der Mischinfektionen und dem sich damit ergebenden Antibiogramm erfolgte die Gabe der Antibiotika. Am häufigsten zum Einsatz kamen Cephalosporine (37/56 Patienten, 66,1%). Auch hier kam es zur Kombination der verschiedenen Gruppen von Cephalosporinen. Cephalosporine der Gruppe 1 (1. Generation) mit einem breiten Spektrum und Stabilität gegen Penicillinasen, jedoch labil gegen Cephalosporinasen gramnegativer Bakterien erhielt 1/56 Patienten (1,8%). Präparate der Gruppe 2 (2. Generation) die mäßig stabil gegen Cephalosporinasen gramnegativer Bakterien sind, kamen bei 25/56 Patienten (44,6%) zum Einsatz. Handelspräparate der Gruppe 3a (3. Generation) mit einer hohen Stabilität gegen Cephalosporinasen gramnegativer Keime, jedoch mit nur einer mäßigen Aktivität gegen Staphylokokken und Pseudomonas, wurden bei 13/56 Patienten (23,2%) angewendet. 8/56 Patienten (14,3%) wurden mit Cephalosporinen der Gruppe 3b (3. Generation) therapiert, welche die gleichen Eigenschaften wie die Medikamente der Gruppe 3a besitzen, zusätzlich aber noch eine gute Aktivität gegen Pseudomonas haben. Ebenfalls sehr häufig kam es zur Verwendung von Chinolonen (24/56 Patienten, 42,9%). Dabei handelt es sich um bakterielle Gyrasehemmer mit unterschiedlichem

Keimspektrum. Bei 14/56 Patienten (25,0%) kam es zur Therapie mit fluorierten Chinolonen (Gyrasehemmer) der Gruppe 2 mit einem Wirkungskreis vor allem gegen Enterobakterien, jedoch einer schwachen Aktivität gegen Pseudomonas und grampositive Kokken. Diese Lücke wird von fluorierten Chinolonen der Gruppe 3 geschlossen, die bei 10/56 Patienten (17,9%) verwendet wurden. In 26/56 Fällen (46,4%) kam es zur Anwendung von Aminoglykosiden, die sich durch ein breites Wirkungsspektrum auszeichnen, aber keine Wirkung gegen Streptokokken, Anaerobier, Enterokokken und Pneumokokken haben. Zudem kommt es erschwerend dazu, dass sie eine ausgesprochen große Oto- und Nephrotoxizität besitzen. Bei 21/56 Patienten (37,5%) kam es zur Therapie mit Carbapenemen, die einen ähnlichen Aufbau wie Cephalosporine, sowie ein besonders breites Spektrum gegen fast alle grampositiven und gramnegativen Bakterien besitzen. In 13/56 Fällen (23,2%) wurden Lincosamide angewendet, die besonders wirksam gegen grampositive Bakterien und gramnegative Anaerobier sind und gut in das Knochengewebe penetrieren. Eine wichtige Rolle in der antibiotischen Therapie spielten besonders Glykopeptide (33/56 Patienten, 59,0%). Diese besitzen lediglich ein schmales Wirkungsspektrum, durch Hemmung der Mureinbiosynthese, welches nur grampositive Bakterien umfasst. Besondere Bedeutung kommt ihnen bei der Therapie von methicillinresistentem Staphylococcus aureus (MRSA) zu, weswegen sie meist nur als Reservemittel eingesetzt werden. Eine eher untergeordnete Rolle spielte die Verwendung von Penicillinen (6/56, 10,7%). Meist handelte es sich um Breitbandpenicilline mit einem möglichst großen Spektrum, je nach Gruppe mit guter oder mäßiger Aktivität gegen gramnegative Keime. Unter der Gruppe der sonstigen Antibiotika, die 18/56 Patienten des Gesamtkollektivs (32,1%) erhielten, fanden sich Nitroimidazole (5/56, 9,0%) mit einer guten bakteriziden Wirkung gegen obligat anaerobe Bakterien. Bei 4/56 Patienten (7,1%) kam es zur Gabe von Rifampicin, einem Antituberkulostatikum mit einer hohen Aktivität gegen grampositive Kokken und Bacteroides spezies. In weiteren 4/56 Fällen (7,1%) wurden Trimethoprim und Sulfonamid-Kombinationen (Cotrimoxazol) angewendet, deren Wirkungsspektrum vor allem gegen anaerobe Bakterien gerichtet ist. Außerdem wurden Fosfomycin (2/56, 3,6%) mit Aktivität gegen grampositive und gramnegative Keime, Tetracykline (1/56, 1,8%) und Oxazolidinone (1/56, 1,8%) mit breitem Spektrum gegen sämtliche bakteriellen Erreger, sowie Fusidinsäure (1/56, 1,8%) mit hoher Wirkung gegen grampositive Bakterien eingesetzt.

Tab. 13: Antibakterielle Therapie

Antibiotika	Anzahl	Prozent
Antibiotische Therapie	56/56	100,0%
Cephalosporine	37/56	66,1%
<i>Cephalosporine Gruppe 1</i>	1/56	1,8%
<i>Cephalosporine Gruppe 2</i>	25/56	44,6%
<i>Cephalosporine Gruppe 3a</i>	13/56	23,2%
<i>Cephalosporine Gruppe 3b</i>	8/56	14,3%
Chinolone	24/56	42,9%
<i>Fluorierte Chinolone Gruppe2</i>	14/56	25,0%
<i>Fluorierte Chinolone Gruppe3</i>	10/56	17,9%
Aminoglykoside	26/56	46,4%
Carbapeneme	21/56	37,5%
Lincosamide	13/56	23,2%
Glykopeptide	33/56	59,0%
Penicilline	6/56	10,7%
Sonstige Antibiotika	18/56	32,1%
<i>Nitroimidazole</i>	5/56	9,0%
<i>Rifampicin</i>	4/56	7,1%
<i>Cotrimoxazol</i>	4/56	7,1%
<i>Fosfomycin</i>	2/56	3,6%
<i>Tetracykline</i>	1/56	1,8%
<i>Oxazolidinone</i>	1/56	1,8%
<i>Fusidinsäure</i>	1/56	1,8%

3.6.2) Antimykotische Therapie

Bei 9/56 Patienten (16,1%) musste aufgrund einer zusätzlichen Infektion mit Pilzen eine antimykotische Therapie eingeleitet werden. In allen 9/56 Fällen (16,1%) kam es zur Anwendung von Fluconazol, welches eine besonders hohe Aktivität gegen *Candida* spezies besitzt, außer gegen *Candida glabrata*. Diese fehlende Wirkung besteht bei Amphotericin B nicht, welches bei 1/56 Patienten (1,8%) angewendet wurde. Außerdem kam es noch zum Einsatz von Caspofungin (1/56, 1,8%) mit besonders hoher Aktivität gegen *Aspergillus*.

Tab. 14: Antimykotische Therapie

Antimykotika	Anzahl	Prozent
Antimykotische Therapie	9/56	16,1%
Fluconazol	9/56	16,1%
Amphotericin B	1/56	1,8%
Caspofungin	1/56	1,8%

3.7) Operative Therapie

Das Ziel der chirurgischen Therapie der tiefen sternalen Wundinfektion besteht in der Herstellung sauberer Wundverhältnisse durch ein aggressives Debridement und darin, gleichzeitig genügend Erregermaterial zu asservieren, um die antibiotische Therapie dementsprechend einzustellen. Sternal Wundinfektionen bedürfen einer aufwendigen operativen Behandlung. Dabei wurden im Laufe der Zeit mehrere Therapiekonzepte entwickelt, von denen einige bei unserem Patientenkollektiv zur Anwendung kamen und zum größten Teil auch heute noch ihre Gültigkeit besitzen. Zwischen Januar 1994 und Dezember 2003 wurden in der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg 56 Patienten (100,0%) operativ wegen einer Mediastinitis behandelt. In 14/56 Fällen (25,0%) handelte es sich um oberflächliche Infektionen des Mediastinums, die weiteren 42/56 Patienten (75,0%) wurden wegen einer tiefen Mediastinitis therapiert. Um sterile Wundverhältnisse als eine wichtige Grundvoraussetzung zum erneuten Verschluss des Sternums zu erhalten, stellt ein aggressives Debridement bzw. die gründliche Wundexzision mit Entfernung allen infizierten und nekrotischen Gewebes das Fundament der Therapie dar. Sämtliche Fremdmaterialien und Flüssigkeitsansammlungen im Mediastinum müssen entfernt werden. Danach erfolgt eine ausgiebige Spülung des Mediastinums mit Kochsalz- und teilweise auch mit Wasserstoffperoxidlösungen. Ggf. werden auch antiseptische Lösungen verwendet. Diese Vorgehensweise ist unabhängig vom angewendeten Konzept als therapeutischer Standard anzusehen. Der weitere Verlauf der operativen Therapie wird nach dem ersten intraoperativen Befund entschieden. Bei tiefen Infektionen können im Gegensatz zu oberflächlicheren Infektionen noch keine sauberen Wundverhältnisse erreicht werden. Daher schließen sich je nach klinischem Befund und Erregerisolation noch mehrere Reeingriffe mit aggressivem Debridement und Spülungen an. Bei oberflächlicheren Infektionen kann meist schon nach dem ersten Reeingriff das Sternum wieder verschlossen werden. Je nach Befund wurden noch bis zum Jahr 1999 ausschließlich mediastinale Spül- und Saugdrainagen installiert, da das Verfahren mit der Vakuumversiegelung des Sternums in der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg noch nicht angewendet wurde. Vom Jahr 2000 an wurden dann beide Systeme angewendet, teilweise auch nacheinander beim gleichen Patienten, um

saubere Wundverhältnisse zu erreichen. Insgesamt wurde die mediastinale Spül- und Saugdrainage bei 27/56 Patienten angewendet (48,2%).

3.7.1) Vakuumversiegelung des Sternums (VAC)

Die Anwendung einer mediastinalen Spül- und Saugdrainage hat jedoch mit der Zeit aufgrund der Einführung der Vakuumversiegelung (VAC) deutlich an Bedeutung verloren. Diese Therapie wird seit dem Jahr 2000 an der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie in der Behandlung der sternalen Wundinfektionen angewendet, zunächst noch im Wechsel mit der mediastinalen Spül- und Saugdrainage. Im Laufe der Zeit hat sich diese Methode jedoch bewährt, so dass bei den letzten Fällen auf das mediastinale Spülsystem verzichtet wurde. Bei der Vakuumversiegelung wird nach Debridement und Spülung ein offenporiger Polyvinylalkohol-Schwamm (PVA-Schwamm), ggf. in mehreren Lagen in die Wunde eingelegt. Die oberste Lage des PVA-Schwammes wird locker mit den Wundrändern adaptiert. Anschließend wird die gesamte Wunde mit einer transparenten Polyurethanfolie abgeklebt und ein Vakuum von 75-125 mmHg mittels einer kontinuierlichen Pumpe angelegt. Ein Wechsel des PVA-Schwammes mit gleichzeitiger erneuter Spülung und Debridement sollte anfangs jeden 2.Tag erfolgen. Im weiteren Verlauf der Therapie sollte dies dann in größeren Abständen durchgeführt werden. Dabei wird wenn möglich, die Anzahl der Schichten reduziert um dadurch die Wundfläche zu verringern. Durch das angelegte Vakuum erfolgt eine kontinuierliche mechanische Säuberung der Wunde, sowie eine Induktion zur Bildung von Granulationsgewebe. Zudem führt das Vakuum bei nicht mehr durchführbarer Reosteosynthese bzw. bei Pseudoarthrose des Sternums zu einer Stabilisierung des Thorax, so dass eine normale Atemmechanik möglich ist. Ist die verbliebene Wundfläche klein genug, erfolgt dann der endgültige Wundverschluß mittels unterschiedlicher Techniken. Seit dem Jahr 2000 wurde das Verfahren mit Vakuumversiegelung (VAC) bei 23/56 Patienten angewendet (41,1%). Gleichzeitig gilt es als schonender und weniger belastend für den Patienten, da aufgrund der kontinuierlichen Säuberung der Wunde die Folgeeingriffe weniger radikal ausfallen müssen.

3.7.2) Sekundärer Sternumverschluss

Wenn möglich wird versucht bei allen Patienten sternumerhaltend zu operieren und das Sternum ab dem nächstmöglichen Zeitpunkt sekundär zu verschließen. Dies geschieht mittels Drahtcerclagen, Sternumbändern, einer Kombination aus beiden (sekundärer Verschluss des Sternums nach Robicsek oder ähnliche Verfahren) oder durch Plattenosteosynthesen. Diese Methode ist jedoch nur möglich, falls das Sternum noch intakt ist. Außerdem muss nach erfolgtem Debridement noch genügend mediastinales Gewebe vorhanden sein, um den bei den Wundexzisionen entstandenen Leerraum auszufüllen. Eine Reverdrahtung des Sternums erfolgte bei 33/56 Patienten (59,0%). Falls aufgrund der ausgiebigen Wundexzision und des Debridements zuviel Knochen, Knorpel und Gewebe verloren gehen und dadurch ein Leerraum entsteht, der durch vitales Gewebe gedeckt werden muss um eine adäquate Wundheilung zu gewährleisten, bedient man sich Techniken zur Deckung der Wunde mit Muskel- oder Omentum majus- Lappen. Dadurch kommt es zu einer Auffüllung des Leerraums mit gefäßreichem vitalisierendem Gewebe, welches auch zur Kontrolle der Infektion beiträgt. Häufig wird die M. pectoralis major-Plastik (16/56 Patienten, 28,6%) zur Rekonstruktion der sternalen Wunde, aufgrund der sehr günstigen Blutversorgung des Muskels durch die A. thoracoacromialis und die A. thoracica interna, angewendet. Operativ erfolgt die ein- oder zweiseitige Mobilisation des Muskels nach lateral bis zur vorderen Axillarlinie. Der humorale Ansatz mit seiner Gefäß- und Nervenversorgung bleibt dabei intakt. Zum Schluss erfolgt die möglichst spannungsfreie Annäherung und Naht der myokutanen Lappen in der Medianlinie, nachdem zuvor unter jeden Muskellappen eine Saugdrainage und eine weitere Drainage in das Mediastinum gelegt wurde. Bei ausgeprägten Wunddefekten wie nach längerer Behandlung oder nach radikaler Sternektomie bei schwerer tiefer Infektion, wird die Omentum majus-Plastik zur Rekonstruktion der sternalen Wunde angewandt. Dabei wirken sich vor allem die physiologischen protektiven Eigenschaften wie Reichtum an lymphatischen Gewebe und gute Durchblutung vorteilhaft aus. Das Omentum majus liefert somit die nötige Masse zur Defektfüllung und dient gleichzeitig zur Infektabwehr. Das Omentum wird nach Laparatomie meist als zweifach gestielter Lappen präpariert und entweder durch das Diaphragma oder durch die Rectusfaszie ins Mediastinum geleitet. Mit dieser Methode

zum Wundverschluß wurden 2/56 Patienten (3,6%) therapiert. Eine Kombination von M. pectoralis major- und Omentum majus-Plastik wurde bei 1/56 Patienten (1,8%) durchgeführt. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn das Omentum zum Ausfüllen des Leerraums nicht ausreicht oder aber nicht genügend Haut über dem Sternum zum Wundverschluß zur Verfügung steht. Die M. rectus abdominis- und M. latissimus dorsi-Plastik, welche in der Literatur zur Rekonstruktion der sternalen Wunde beschrieben werden, wurden bei keinem Patienten zur Therapie herangezogen. Bei 5/56 Patienten (9,0%) wurde der sekundäre Wundverschluß mittels Spalthauttransplantaten oder Verschiebplastiken entweder alleine oder zusätzlich zu den oben genannten Plastiken durchgeführt.

Tab. 15: Operative Therapie

Operative Therapie	Anzahl	Prozent
Oberflächliche Therapie	14/56	25,0%
Tiefe Therapie	42/56	75,0%
Aggressives Debridement und Spülung	56/56	100,0%
Mediastinale Spül- und Saugdrainage	27/56	48,2%
Vakuumversiegelung des Sternums	23/56	41,1%
Reverdrahtung des Sternums	33/56	59,0%
M. pectoralis major-Plastik	16/56	28,6%
Omentum majus-Plastik	2/56	3,6%
Kombinierte Plastiken	1/56	1,8%
Spalthaut- und Verschiebplastiken	5/56	9,0%

3.8) Spezielle Patientenanalyse

Um eine Aussage darüber machen zu können, bei welchen Patienten ein besonders erhöhtes Risiko besteht an einer postoperativen Mediastinitis zu erkranken und welche Risikofaktoren und Parameter den Infektionsverlauf besonders ungünstig beeinflussen, wurden aus unserem Patientenkollektiv zwei Untergruppen genauer betrachtet und zur Analyse im Vergleich zum restlichen Patientenkollektiv herangezogen. Zum einen wurden diejenigen Patienten, die präoperativ bereits das 75. Lebensjahr vollendet hatten (14/56, 25,0%) mit den restlichen Patienten verglichen. Darüber hinaus analysierten wir die Patienten (12/56, 21,4%) die infolge der Infektion verstorben sind.

3.8.1) Patienten ab Vollendung des 75. Lebensjahres

14/56 Patienten (25,0%) waren zum Zeitpunkt des Ersteingriffs 75 Jahre alt oder älter. Davon waren 10/14 (71,4%) männliche und 4/14 (28,6%) weibliche Patienten. Als Gruppe 1 definierten wir alle Patienten ab Vollendung des 75. Lebensjahres und als Gruppe 2 alle Patienten die das 75. Lebensjahr zum Zeitpunkt des Ersteingriffs noch nicht vollendet hatten.

Tab. 16: Analyse der Patienten mit Vollendung des 75. Lebensjahres

	Gruppe 1 Anzahl	Gruppe 1 Prozent	Gruppe 2 Anzahl	Gruppe 2 Prozent	statist. Signifik.
Adipositas Grad I+II	10/14	71,4%	27/42	64,3%	p= 0,751
Diabetes mellitus	9/14	64,3%	17/42	40,5%	p= 0,138
<i>Insulinpfl. DM</i>	4/14	28,6%	6/42	14,3%	p= 0,247
<i>Orale Antidiabetika</i>	6/14	42,9%	9/42	21,4%	p= 0,165
Arterielle Hypertonie	9/14	64,3%	27/42	64,3%	p= 1,000
Hyperlipidämie	10/14	71,4%	21/42	50,0%	p= 0,220

Metabol. Syndrom	5/14	35,7%	7/42	16,7%	p= 0,151
pAVK	5/14	35,7%	13/42	31,0%	p= 0,751
Lungenerkrankungen	6/14	42,9%	15/42	35,7%	p= 0,752
<i>Obstruktive Störung.</i>	5/14	35,7%	9/42	21,4%	p= 0,304
<i>Restriktive Störung.</i>	1/14	7,1%	4/42	9,5%	p= 1,000
<i>Kombi. Störung.</i>	0/14	0%	2/42	4,8%	p= 1,000
Nikotinkonsum	3/14	21,4%	8/42	19,0%	p= 1,000
Ex-Nikotin	5/14	35,7%	15/42	35,7%	p= 1,000
Chronische NI	6/14	42,9%	6/42	14,3%	p= 0,054
Herzinsuff. NYHA III	0/14	0%	2/42	4,8%	p= 1,000
Ejektionsfraktion <35%	0/14	0%	2/42	4,8%	p= 1,000
Kortikosteroidtherapie	0/14	0%	3/42	7,1%	p= 0,565
Alkoholabusus	0/14	0%	5/42	11,9%	p= 0,316
Präop. Verweil. >5 Tage	7/14	50,0%	17/42	40,5%	p= 0,551
Ersteingriff	14/14	100%	39/42	92,3%	p= 0,565
Fremdpatienten	0/14	0%	3/42	7,1%	p= 0,565
Elektive Operationen	13/14	92,9%	40/42	95,2%	p= 1,000
Notfalloperationen	1/14	7,1%	2/42	4,8%	p= 1,000
Eingriffsart:					
<i>Koronarchirurgisch</i>	11/14	78,6%	33/42	78,6%	p= 1,000
<i>Klappenchirurgisch</i>	2/14	14,3%	7/42	16,7%	p= 1,000
<i>Kombinationseingriff</i>	1/14	7,1%	4/42	9,5%	p= 1,000
<i>Aortenchirurgisch</i>	1/14	7,1%	1/42	2,4%	p= 0,441
<i>Herzchirurgisch</i>	0/14	0%	1/42	2,4%	p= 1,000
<i>Andere</i>	0/14	0%	1/42	2,4%	p= 1,000
Bypassgefäße					
<i>A. thoracica int. li.</i>	5/14	35,7%	21/42	50,0%	p= 0,537
<i>A. thoracica int. re.</i>	0/14	0%	2/42	4,8%	p= 1,000
<i>Vv. saphenae magn.</i>	11/14	78,6%	33/42	78,6%	p= 1,000

Herzklappenersatz	2/14	14,3%	7/42	16,7%	p= 1,000
<i>Aortenklappenersatz</i>	1/14	7,1%	7/42	16,7%	p= 0,664
<i>Stenose</i>	1/14	7,1%	5/42	11,9%	p= 1,000
<i>Insuffizienz</i>	0/14	0%	1/42	2,4%	p= 1,000
<i>Endokarditis</i>	0/14	0%	1/42	2,4%	p= 1,000
<i>Mitralklappenersatz</i>	1/14	7,1%	0/42	0%	p= 0,250
Transfusion	12/14	85,7%	35/42	83,3%	p= 1,000
<i>EK</i>	11/14	78,6%	32/42	76,2%	p= 1,000
<i>FFP</i>	4/14	28,6%	6/42	14,3%	p= 0,247
<i>TK</i>	2/14	14,3%	4/42	9,5%	p= 0,633
Sternumverschluß	12/14	85,7%	40/42	95,2%	p= 0,258
Intubation ≤ 5d	14/14	100%	37/42	88,1%	p= 0,316
Intubation > 5d	0/14	0%	5/42	11,9%	p= 0,316
Intensiv ≤ 10d	14/14	100%	34/42	81,0%	p= 0,180
Intensiv > 10d	0/14	0%	8/42	19,0%	p= 0,180
Infektion mit MRSA	3/14	21,4%	7/42	16,7%	p= 0,698
Infektion mit Pilzen	2/14	14,3%	7/42	16,7%	p= 1,000
Oberflächl. Therapie	4/14	28,6%	10/42	23,8%	p= 0,732
Tiefe Therapie	10/14	71,4%	32/42	76,2%	p= 0,732
Spül- und Saugdrain.	6/14	42,9%	21/42	50,0%	p= 0,761
Vakuumversiegelung	9/14	64,3%	14/42	33,3%	p= 0,061
Reverdr. des Sternums	5/14	35,7%	28/42	66,7%	p= 0,061
M. pectoralis major-Pl.	7/14	50,0%	9/42	21,4%	p= 0,084
Omentum majus-Pl.	2/14	14,3%	0/42	0%	p= 0,059
Kombinierte Plastiken	1/14	7,1%	0/42	0%	p= 0,250
Spalt.- u. Verschiebepl.	1/14	7,1%	4/42	9,5%	p= 0,709
Verstorbene Patienten	2/14	14,3%	10/42	23,8%	p= 0,709

3.8.2) Verstorbene Patienten

12/56 Patienten des Gesamtkollektivs (21,4%) verstarben aufgrund der Mediastinitis. Davon waren 10/12 (83,3%) männliche und 2/12 (16,7%) weibliche Patienten. 10/12 Patienten (83,3%) verstarben postoperativ nach dem Ersteingriff während der Therapie der sternalen Wundinfektion in der Klinik- und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie. Ihre Todesursache konnte in allen Fällen eruiert werden. 2/12 Patienten (16,7%) verstarben nach regulär beendeter Therapie und Entlassung aus dem Klinikum während sie sich noch im Nachsorgeprogramm befanden. Ihre Todesursache konnte nicht festgestellt werden. Zudem konnte bei allen Patienten die verstarben eine bakterielle Mischinfektion festgestellt werden (12/12, 100%), in 5/12 Fällen (41,7%) lag zudem eine zusätzliche Kontamination mit Pilzen vor. Als Gruppe 3 definierten wir die Patienten, die verstorben sind und als Gruppe 4 die Patienten, welche die Infektion überlebt haben.

Tab.17.: Analyse der verstorbenen Patienten

	Gruppe 3 Anzahl	Gruppe 3 Prozent	Gruppe 4 Anzahl	Gruppe 4 Prozent	statist. Signifik.
Patienten \geq 75 Jahre	2/12	16,7%	12/44	27,3%	p= 0,709
Adipositas Grad I+II	8/12	66,7%	29/44	65,9%	p= 1,000
Diabetes mellitus	7/12	58,3%	19/44	43,2%	p= 0,515
<i>Insulinpfl. DM</i>	3/12	25,0%	7/44	15,9%	p= 0,05
<i>Orale Antidiabetika</i>	4/12	33,3%	11/44	25,0%	p= 0,105
Arterielle Hypertonie	7/12	58,3%	29/44	65,9%	p= 0,737
Hyperlipidämie	6/12	50,0%	25/44	56,8%	p= 0,750
Metabol. Syndrom	1/12	8,3%	11/44	25,0%	p= 0,427
pAVK	4/12	33,3%	14/44	31,8%	p= 1,000
Lungenerkrankungen	6/12	50,0%	15/44	34,1%	p= 0,334
<i>Obstruktive Störung.</i>	3/12	25,0%	11/44	25,0%	p= 1,000
<i>Restriktive Störung.</i>	2/12	16,7%	3/44	6,8%	p= 0,289

<i>Kombi. Störung.</i>	0/12	0%	2/44	4,5%	p= 1,000
Nikotinkonsum	0/12	0%	11/44	25,0%	p= 0,097
Ex-Nikotin	4/12	33,3%	16/44	36,4%	p= 1,000
Chronische NI	2/12	16,7%	10/44	22,7%	p= 0,01
Herzinsuff. NYHA III	1/12	8,3%	1/44	2,3%	p= 0,386
Ejektionsfraktion <35%	1/12	8,3%	1/44	2,3%	p= 0,386
Kortikosteroidtherapie	1/12	8,3%	2/44	4,5%	p= 0,522
Alkoholabusus	0/12	0%	5/44	11,4%	p= 0,574
Präop. Verweil. >5 Tage	7/12	58,3%	17/44	38,6%	p= 0,325
Ersteingriff	12/12	100%	41/44	93,2%	p= 1,000
Fremdpatienten	0/12	0%	3/44	6,8%	p= 1,000
Elektive Operationen	10/12	83,3%	43/44	97,7%	p= 0,113
Notfalloperationen	2/12	16,7%	1/44	2,3%	p= 0,113
Eingriffsart:					
<i>Koronarchirurgisch</i>	7/12	58,3%	37/44	84,1%	p= 0,105
<i>Klappenchirurgisch</i>	3/12	25,0%	6/44	13,6%	p= 0,385
<i>Kombinationseingriff</i>	1/12	8,3%	4/44	9,1%	p= 1,000
<i>Aortenchirurgisch</i>	1/12	8,3%	1/44	2,3%	p= 0,386
<i>Herzchirurgisch</i>	1/12	8,3%	0/44	0%	p= 0,214
<i>Andere</i>	1/12	8,3%	0/44	0%	p= 0,214
Bypassgefäße					
<i>A. thoracica int. li.</i>	4/12	33,3%	22/44	50,0%	p= 0,347
<i>A. thoracica int. re.</i>	0/12	0%	2/44	4,5%	p= 1,000
<i>Vv. saphenae magn.</i>	7/12	58,3%	37/44	84,1%	p= 0,105
Herzklappenersatz	3/12	25,0%	6/44	13,6%	p= 0,385
<i>Aortenklappenersatz</i>	2/12	16,7%	6/44	13,6%	p= 1,000
<i>Stenose</i>	2/12	16,7%	4/44	9,1%	p= 0,599
<i>Insuffizienz</i>	0/12	0%	1/44	2,3%	p= 1,000
<i>Endokarditis</i>	0/12	0%	1/44	2,3%	p= 1,000
<i>Mitralklappenersatz</i>	1/12	8,3%	0/44	0%	p= 0,214

Transfusion	10/12	83,3%	37/44	84,1%	p= 1,000
<i>EK</i>	8/12	66,7%	35/44	79,5%	p= 0,443
<i>FFP</i>	4/12	33,3%	6/44	13,6%	p= 0,196
<i>TK</i>	3/12	25,0%	3/44	6,8%	p= 0,105
Sternumverschluß	8/12	66,7%	44/44	100%	p= 0,001
Intubation > 5d	3/12	25,0%	2/44	4,5%	p= 0,060
Intensiv > 10d	5/12	41,7%	3/44	6,8%	p= 0,01
Infektion mit MRSA	5/12	41,7%	5/44	11,4%	p= 0,03
Infektion mit Pilzen	5/12	41,7%	4/44	9,1%	p= 0,02
Oberflächl. Therapie	0/12	0%	14/44	31,8%	p= 0,026
Tiefe Therapie	12/12	100%	30/44	68,2%	p= 0,026
Spül- und Saugdrain.	7/12	58,3%	20/44	45,5%	p= 0,523
Vakuumversiegelung	8/12	66,7%	15/44	34,1%	p= 0,054
Reverdr. des Sternums	3/12	25,0%	30/44	68,2%	p= 0,018
M. pectoralis major-Pl.	1/12	8,3%	15/44	34,1%	p= 0,147
Omentum majus-Pl.	0/12	0%	2/44	4,5%	p= 1,000
Kombinierte Plastiken	0/12	0%	1/44	2,3%	p= 1,000
Spalt.- u. Verschiebepl.	1/12	8,3%	4/44	9,1%	p= 1,000

4.) Diskussion

4.1) Einleitung

Als eine der schwerwiegendsten Formen der postoperativen Komplikationen in der Herzchirurgie stellt die Mediastinitis sowohl die erkrankten Patienten, als auch die behandelnden Ärzte vor eine große Herausforderung. Als Krankheitsbild nach medianer Sternotomie tritt sie mit einer niedrigen Inzidenz (0,4 bis 7%) auf, verbunden jedoch mit einer vergleichsweise hohen Morbidität und Mortalität (14,0 bis 50%). Die Ursachen sind multifaktoriell, die Diagnosefindung ist manchmal aufgrund diskreter Symptomatik erschwert, so dass Sternumdehiszenzen zum Teil unerkannt bleiben können. Im Mittelpunkt der Behandlung steht vor allem die operative Therapie, kombiniert mit der antiinfektiven Therapie. Die Komplikationsrate während der Behandlung ist sehr hoch, selten sind Rezidive möglich. Unbehandelt jedoch verläuft die Erkrankung in nahezu allen Fällen tödlich (1-27, 30-40, 45-58, 61-84). Dennoch sind einige Fragen zur Therapie der Mediastinitis bisher nicht ausreichend beantwortet worden. Die Effektivität der einzelnen Therapiemodalitäten wird noch zum Teil diskutiert. Die vorliegende retrospektive Studie wurde durchgeführt, um weitere Erkenntnisse über den Behandlungsverlauf von Patienten zu gewinnen, die aufgrund einer Mediastinitis therapiert werden mussten. Hierfür wurde zunächst ermittelt, welche prä-, intra- und postoperativen Einflußgrößen in einem Zusammenhang mit dem Auftreten der tiefen sternalen Wundinfektionen stehen. Außerdem wurde das Erregerspektrum der Patienten untersucht, um festzustellen welche Keime bzw. welche Kombination einen besonders ungünstigen Verlauf der Infektion bewirkt. Weiterhin analysierten wir 2 Patientengruppen um weitere Informationen bezüglich der Risikostruktur innerhalb des Patientenkollektivs zu gewinnen und um zu erkennen, ob gewisse Einflußgrößen direkte Auswirkung auf das Ergebnis der Therapie haben können. Die erste Gruppe bildete sich aus all jenen Patienten, die zum Zeitpunkt des Ersteingriffs das 75. Lebensjahr bereits vollendet hatte. Die zweite Gruppe bestand aus denjenigen Patienten, die aufgrund der Mediastinitis noch in der Klinik- und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg im Rahmen der Therapie bzw. nach regulär beendeter Therapie

und Entlassung - noch im Nachsorgeprogramm befindlich - verstarben. Trotz unterschiedlicher Behandlungsansätze haben alle Behandlungsmethoden zunächst die Infektsanierung mittels aggressiver Wundreinigung und gezielter antiinfektiver Therapie (2, 6, 14, 16-18, 23, 25, 37, 40, 47, 51, 52, 79, 82) als Ziel. Wenn dies erreicht ist, schließt sich das sekundäre Wundmanagement an, welches wenn möglich einen Verschluss des Sternums nach unterschiedlichen Methoden vorsieht (3, 32, 45, 61, 62, 67, 69, 75, 78, 83). In vielen Fällen bleibt jedoch aufgrund des massiven infektiösen Befalls des Gewebes und der damit verbundenen aggressiven Infektsanierung ein Leer- raum zurück der mittels verschiedener Operationstechniken (12, 18, 19, 38, 40, 46, 58, 66, 70, 80) wieder ausgefüllt werden muss.

Welche Behandlungsstrategie und welche operative Vorgehensweise wählt man im Falle der Mediastinitis? Erhöhen sich die prä-, intra- und postoperativen Komplikationen mit dem Alter der Patienten? Welche Faktoren wirken sich besonders ungünstig in der Therapie der Mediastinitis aus und führen zu einer prolongierten Behandlung, bis hin zum Tod? Darüber hinaus werden die in der Literatur gefundenen Ergebnisse von vergleichenden Studien bezüglich der prädisponierenden Risikofaktoren, Behandlungsstrategien und Therapieerfolge vorgestellt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Einflußgrößen auf den prä-, intra- und postoperativen Verlauf, sowie das Keimpektrum der untersuchten Patienten darzustellen. Ferner wird eine Analyse der Risikopatienten und der verstorbenen Patienten durchgeführt. Ergänzend hierzu wird ein Vergleich zwischen den verschiedenen operativen Behandlungsmethoden vorgestellt.

4.2) Klinischer Verlauf prä-, intra- und postoperativ

Alle Patienten die sich im Zeitraum zwischen 1994 und 2003 an der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg sowohl einem elektiven Eingriff, als auch einer Notfalloperation unterzogen haben, brachten ein unterschiedliches Risikoprofil mit sich, welches das Auftreten der Mediastinitis mehr oder minder begünstigte. Hierzu zählen alle Grunderkrankungen, aber auch Lebensgewohnheiten, die eine verminderte Durchblutung im Wundgebiet, sowie eine unzureichende Oxygenierung des Blutes bedingen und sich dadurch negativ auf den Heilungsprozess auswirken. Weiterhin beeinflussen Dauer, Umfang und der Eingriff selbst als intraoperative Faktoren das Operationsergebnis und können die Ausbildung von postoperativen Wundkomplikationen begünstigen.

4.2.1) Präoperativer Verlauf

Mit dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass bereits der Großteil der Patienten schon zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme an einer Vielzahl von prädisponierenden Faktoren litt, welche die Entwicklung einer Mediastinitis im postoperativen Verlauf begünstigten. Bereits 14/56 Patienten (25,0%) hatten zum Zeitpunkt des operativen Ersteingriffs das 75. Lebensjahr vollendet. Hohes Lebensalter wird in vielen Studien als Risikofaktor für Komplikationen während der postoperativen Heilungsphase beschrieben. Dies wurde bereits 1997 von Stahle et al. nachgewiesen (76). Borger et al. berichtete 1998 in einer prospektiven Studie, dass Patienten, die älter als 74 Jahre waren, ein besonders hohes Risiko für sternale Wundinfektionen hatten (9). Zudem zeigte sich dass 37/56 Patienten (66,1%) aus dem Kollektiv übergewichtig waren und an einer Adipositas ersten oder zweiten Grades litten. In den meisten Studien wird Adipositas als Risikofaktor bezeichnet und hat aufgrund der hohen Inzidenz in der westlichen Konsumgesellschaft eine hohe Bedeutung. 1998 kam Bitkover et al. in einer Fallkontrollstudie von 37 Patienten mit Untersuchung von 54 potentiellen Risikofaktoren zu dem Ergebnis, dass Adipositas einer der wichtigsten Risikofaktoren bezüglich sternaler Wundheilungsstörungen ist ($p= 0,0082$), da im Vergleich zu Patienten ohne Übergewicht wesentlich erhöhte mechanische Kräfte auf das Sternum einwirken und dadurch

eine Sternumdehiszenz besonders begünstigt wird (7). Zudem konnte Molina et al. 2004 nachweisen, dass ab einem BMI von größer als 30 das Risiko für eine Sternumdehiszenz mit nachfolgender erhöhter Morbidität und Mortalität erhöht ist. Gleichzeitig konnte jedoch gezeigt werden, dass diesem Risiko durch eine Verstärkung des Sternums beim Verschluss vorgebeugt werden kann (53). Bei Aufnahme waren bereits 26/56 Patienten (44,6%) an einem Diabetes mellitus erkrankt. Diabetes mellitus wird nach Meinung vieler Autoren als ein sehr bedeutender Risikofaktor für sternale Wundheilungsstörungen angesehen. Eine Unterscheidung in insulinpflichtigen (10 Patienten, 17,9%) und nicht-insulinpflichtigen Diabetes mellitus (16 Patienten, 28,6%) wurde ebenfalls vorgenommen. Der mittlere Blutzuckerwert lag präoperativ bei 136 mg/dl (Standardabweichung +/- 56 mg/dl). Mit der speziellen Patientenanalyse konnte zudem nachgewiesen werden, dass für insulinpflichtige Diabetiker mit Mediastinitis die Mortalität wesentlich erhöht war ($p= 0,05$). 2001 errechnete Ridderstolpe et al. ein besonders hohes Risiko ($p< 0,001$) für Diabetiker im postoperativen Verlauf an einer tiefen sternalen Wundinfektion zu erkranken (59). Zerr et al. beschrieb 1997 in einer Untersuchung, dass Diabetiker mit postoperativ aufgetretener tiefer sternaler Wundinfektion einen höheren mittleren Blutglukosewert während der ersten zwei postoperativen Tage hatten als Diabetiker ohne Infektion (84). Swenne et al. konnte zudem 2004 zeigen, dass erhöhte Blutzuckerwerte in den ersten beiden postoperativen Tagen bei Patienten die nicht an einem Diabetes mellitus erkrankt waren mit einem wesentlich erhöhten Risiko für eine Mediastinitis einhergingen (77). Von den 56 Patienten unserer Studie waren 11 noch zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme Raucher (19,6%), weitere 20 Patienten (35,7%) gaben an das Rauchen zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt vor dem Ersteingriff aufgegeben zu haben. Somit erhöhte sich bei insgesamt 31/56 Patienten (55,4%), aufgrund noch aktiven bzw. ehemaligen Tabakkonsums, das Risiko für eine tiefe sternale Wundinfektion. Bereits 1987 konnte Nagachinta et al. für Raucher ein doppelt so hohes Risiko für postoperative Sternuminfektionen beschreiben, als für Nichtraucher (54). 2004 errechnete Abboud et al. in einer 9136 kardiochirurgische Patienten umfassenden Studie für Raucher ein wesentlich erhöhtes Risiko eine sternale Wundinfektion zu erleiden (1). Weiterhin konnte mit dieser Publikation bestätigt werden, dass eine bereits vorbestehende Lungenerkrankung im Zusammenhang mit einem erhöhten Risiko für eine Sternumdehiszenz steht. Bei 21/56 Patienten

(37,5%) lag präoperativ bereits eine pulmonale Erkrankung vor. 1999 hob Baskett et al. in einer 9771 Patienten umfassenden Studie lediglich die COPD als einen statistisch besonders signifikanten Risikofaktor ($p < 0,01$) für eine sternale Wundinfektion hervor, während alle sonst von vergleichenden Studien genannten Risikofaktoren nicht bestätigt werden konnten (4). 2001 veröffentlichte zudem Noyez et al. eine Studie, in welcher der besondere Zusammenhang von vorbestehenden Lungenerkrankungen mit einer erhöhten Inzidenz für sternale Wundinfektionen hervorgehoben wurde (55). Bei 12/56 Patienten (21,4%) lag zudem eine chronische Niereninsuffizienz vor. Noyez et al. beschrieb in der oben bereits erwähnten Studie für Patienten mit einer vorbestehenden Niereninsuffizienz ein besonders erhöhtes Risiko für eine postoperative Wundkomplikation (55). Zudem konnte mit der speziellen Patientenanalyse ein wesentlich erhöhtes Risiko nachgewiesen werden, aufgrund vorbestehender Niereninsuffizienz bei tiefer sternaler Wundinfektion zu versterben ($p = 0,01$). Bei 18/56 Patienten (32,1%) lag bei Aufnahme eine periphere arterielle Verschlusskrankheit unterschiedlichen Schweregrades vor. Eine erhöhte Prädisposition für eine postoperative Infektion konnte bereits 2001 von Ridderstolpe et al. (59) und 2003 von Lu et al. (48) in den oben genannten Studien gezeigt werden. Die präoperative Verweildauer lag bei 24/56 Patienten (42,9%) bei über 5 Tagen. Der Mittelwert lag bei 8,2 Tagen (Standardabweichung $\pm 7,5$ Tage). Die niedrigste Verweildauer betrug 2 Tage, die höchste 30 Tage. Nagachinta et al. berechnete 1987 in einer Studie ein relatives Risiko von 2,0 für sternale Wundheilungsstörungen bei Patienten die präoperativ länger als 5 Tage hospitalisiert waren (54). 44/56 Patienten (78,6%) mit einer postoperativ aufgetretenen Wundinfektion waren männlich, 12/56 Patienten (21,4%) waren weiblich. Damit konnte in unserer Studie gezeigt werden, dass männliche Patienten im Vergleich zu weiblichen Patienten postoperativ wesentlich öfter zu einer Sternuminfektion prädisponierten. Über den Einfluss des Geschlechts wird in der Literatur jedoch nicht einheitlich diskutiert. 1990 beschrieb Demmy et al. das männliche Geschlecht als Risikofaktor (15), dies wurde 1998 von Borger et al. ebenfalls bestätigt (9). Stahle et al. bezeichnete hingegen 1997 das weibliche Geschlecht als Risikofaktor (76). Außerdem konnte bei 36/56 Patienten (64,3%) ein arterieller Hypertonus und bei 31/56 Patienten (55,4%) eine Hyperlipidämie nachgewiesen werden. In der Literatur werden die beiden Erkrankungen als Risikofaktoren für ein Mediastinitis erwähnt, jedoch weniger ausführlich diskutiert (24,

34). Zudem wird in der Literatur eine niedrige Ejektionsfraktion im Rahmen einer Herzinsuffizienz NYHA-Stadium III (10,65) als Risikofaktor beschrieben (24), welches lediglich bei 2/56 Patienten (3,6%) unserer Studie der Fall war und von uns nicht bestätigt werden kann. Weiterhin war bei 8/56 Patienten (14,3%) das Immunsystem präoperativ entweder durch regelmäßige Einnahme von Kortikosteroiden (3/56 Patienten, 5,4%) oder durch übermäßigen Alkoholkonsum (5/56 Patienten, 9,0%) geschwächt, was mit einem vermehrten Auftreten von postoperativen Wundkomplikationen einhergeht. In der Literatur finden sich jedoch diesbezüglich keine vergleichbaren Ergebnisse.

4.2.2) Intraoperativer Verlauf

Von den 56 Patienten die im Zeitraum zwischen 1994 und 2003 an der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg aufgrund einer Mediastinitis behandelt wurden, unterzogen sich zunächst 53/56 Patienten (94,6%) einem elektiven Eingriff. Lediglich bei 3/56 Patienten (5,4%) war die Erstoperation ein Noteingriff. Farinas et al. wies 1995 in einer Studie nach, dass bei Patienten die sich einer Notfalloperation unterziehen mussten, ein deutlich höheres Risiko bezüglich postoperativer Wundinfektionen besteht (22). Sakamoto et al. errechnete 2003 für Patienten die sich einer Notfalloperation unterziehen mussten ebenfalls ein wesentlich erhöhtes Risiko. Gleichzeitig wurde der Notfalleingriff selbst als ein unbeeinflussbarer Risikofaktor bezeichnet (63). Dies war in unserer Studie lediglich bei 3/56 Patienten der Fall. Die durchschnittliche Operationsdauer lag bei 259 min. pro Patienten (Standardabweichung +/- 87 min.). Bereits 1990 konnte Loop et al. nachweisen, dass sich pro Stunde Operationsdauer, das relative Risiko einer sternalen Wundheilungsstörung um 1,5 erhöht (45). 1998 berichtete Bitkover et al. in der bereits erwähnten Studie, dass eine verlängerte Operationsdauer ein relevanter Risikofaktor ist. Dabei lag die durchschnittliche Operationsdauer der Patienten bei denen es im postoperativen Verlauf zur Ausbildung einer Mediastinitis kam bei 3,7 Stunden (= 222 min.). Dagegen lag die durchschnittliche Operationsdauer bei Patienten mit komplikationslosem postoperativem Verlauf bei 180 min. Somit konnte gezeigt werden dass bei einer durchschnittlichen Operationsdauer von 259 min. in unserer Untersuchung die Operationszeit um 37 min. pro Einzelfall länger war als bei Bitkover et al. Dadurch konnte gezeigt werden,

dass durch die verlängerte Operationsdauer das postoperative Risiko für eine Wundheilungsstörung stark beeinflusst wurde. Zudem lag in der Veröffentlichung von Bitkover et al. die durchschnittliche Abklemmzeit bei Patienten mit tiefer sternaler Wundinfektion bei 66 min., bei Patienten ohne Infektion waren es 48 min. In unserer Untersuchung lag die Aortenabklemmzeit durchschnittlich bei 69 min. und ist vergleichbar mit der Publikation von Bitkover et al. über Patienten mit tiefem sternalen Wundinfekt. Weiterhin wurde in der bereits erwähnten Studie von Bitkover et al. eine durchschnittliche Bypasszeit von 102 min. bei Patienten mit Infektion und von 84 min. bei Patienten ohne Infektion gemessen. Die durchschnittliche Bypasszeit in unserer Untersuchung lag bei 125 min. pro Patienten und war damit im Einzelfall 23 min länger als bei Bitkover et al. Somit konnte nachgewiesen werden, dass die verlängerte Bypasszeit und Aortenabklemmzeit den postoperativen Verlauf negativ beeinflusst haben (7). 2001 berichtete Noyez et al., dass eine verlängerte extracorporale Zirkulation (>100 min.) das Risiko einer Wundinfektion steigen lässt (55). 44/56 Patienten (78,6%) unterzogen sich einem koronarchirurgischen Eingriff, bei 5/56 Patienten (9,0%) wurde zusätzlich ein notwendiger Kombinationseingriff mit Klappenersatz durchgeführt. Bei 44/56 Eingriffen (78,6%) wurden eine oder beide Venae saphenae magnaе als Bypassgefäße eingesetzt. In 26/56 Fällen (46,4%) wurde zusätzlich die linke Arteria thoracica interna verwendet, in 2/56 weiteren Operationen (3,6%) die rechte Arteria thoracica interna. Beide Arteriae thoracicae internaе wurden jedoch bei keinem Patienten als Bypassgefäße herangezogen. Manifold et al. konnte 1994 zeigen, dass bezüglich der Dauer der Durchgängigkeit und der Offenheitsrate nach zehn Jahren, die Arteria thoracica interna der Vena saphena magna deutlich überlegen ist (50). Jedoch haben verschiedene Studien der letzten Jahre gezeigt, dass die Gewinnung der Arteria thoracica interna mit einem erhöhten Risiko für postoperative Wundinfektionen verbunden ist. 2001 beschrieb Ridderstolpe et al. in einer Studie für die Verwendung beider Arteriae thoracicae internaе als Bypassgefäße ein erhebliches postoperatives Risiko für Wundinfektionen ($p=0,002$) (59). 2002 konnte Gummert et al. nachweisen, dass die Verwendung beider Arterien als aortocoronaren Bypass mit einem wesentlich erhöhten Risiko für eine postoperative Mediastinitis einhergeht. Für die Verwendung von nur einer Arteria thoracica interna wurde ebenfalls eine geringgradige Risikoerhöhung festgestellt. Jedoch wurde in dieser Studie die Verwendung von nur einer Arterie nicht

als Risikofaktor gewertet (28). Lu et al. berechnete 2003 für Patienten die beide Arteriae thoracicae internae als Bypassgefäße erhielten ein besonders hohes Risiko für eine Mediastinitis. Außerdem konnte in gleicher Studie nachgewiesen werden, dass das Risiko für eine Wundinfektion insgesamt mit zunehmender Zahl der Bypässe steigt (48). Ebenfalls 2003 errechnete Tavolacci et al. für Patienten welchen beide Arteriae thoracicae internae für die Verwendung als aortocoronaren Bypass entnommen wurden ein relatives Risiko von 5,97 ($p=0,004$) gegenüber Patienten die lediglich eine Arterie als Bypassgefäß erhielten. Das relative Risiko bei dieser Gruppe lag bei 1,62. Gleichzeitig wurde in dieser Studie darauf hingewiesen, dass die Verwendung beider Arterien bei Diabetikern ein besonders hohes Risiko für die Entwicklung einer postoperativen Mediastinitis birgt (79). Während der operativen Ersteingriffe kam es zu unterschiedlich ausgeprägten Blutverlusten. Durchschnittlich verlor jeder Patient der Studie 2160 ml Blut während der Erstoperation (± 2600 ml). Bei 47/56 Patienten (84,0%) war deswegen eine Transfusion von Blut oder Blutprodukten zur Kompensation der Verluste notwendig. 43/56 Patienten (76,8%) benötigten die Transfusion eines oder mehrerer Erythrozytenkonzentrate. Während Fresh Frozen Plasma noch bei 10/56 Patienten (17,9%) transfundiert wurde, war lediglich bei 6/56 Patienten des Gesamtkollektivs (10,7%) die Gabe von Thrombozytenkonzentraten notwendig. 1990 beschrieb Loop et al. in der bereits schon erwähnten Arbeit, dass sich das postoperative Risiko zur Ausbildung von Wundkomplikationen um 1,05 pro Transfusionseinheit erhöht (45). Leal-Noval et al. konnte 2001 in einer Studie nachweisen, dass sich das postoperative Risiko für eine Infektion nach Transfusion von 4 und mehr Erythrozytenkonzentraten wesentlich erhöht. Gleichzeitig konnte gezeigt werden, dass Patienten denen Blutkomponenten transfundiert wurden eine höhere Mortalitätsrate hatten (13,3%), als Patienten (8,9%) die kein Fremdblut benötigten ($p < 0,001$). Zudem mussten Patienten die eine Transfusion von Blutprodukten erhielten mit durchschnittlich 6,1 Tage ($\pm 7,2$ Tage) deutlich länger auf der Intensivstation überwacht werden als die Kontrollgruppe ohne Transfusion (3,7 Tage, $\pm 2,8$ Tage; $p < 0,01$) (42).

4.2.3) Postoperativer Verlauf

Nach dem chirurgischen Ersteingriff erfolgte die Verlegung der Patienten in intubiertem und beatmetem Zustand auf die Intensivstation. Bei 51/56 Patienten (91,0%) konnte innerhalb der ersten 5 postoperativen Tage die Extubation durchgeführt werden. Dagegen mussten lediglich 5/56 Patienten (9,0%) aufgrund des postoperativen Verlaufs länger als 5 Tage intubiert und beatmet werden. Nach erfolgter Extubation konnten dann 48/56 des Gesamtkollektivs (85,7%) innerhalb der ersten 10 Tage postoperativ auf die periphere Station verlegt werden. Bei 8/56 Patienten (14,3%) war jedoch aufgrund des Verlaufs eine länger als 10 Tage andauernde Überwachung auf der Intensivstation notwendig. In der speziellen Patientenanalyse unserer Untersuchung konnte nachgewiesen werden, dass bei langzeitbeatmeten Patienten ein wesentlich erhöhtes Mortalitätsrisiko besteht ($p= 0,01$). Farinas et al. beschrieb bereits 1995 in einer Studie für Patienten mit einer sternalen Wundinfektion eine durchschnittliche Beatmungszeit von 5,6 Tagen gegenüber von lediglich 0,6 Tagen bei Patienten mit komplikationslosem postoperativem Verlauf. Zudem lag der durchschnittliche Aufenthalt auf Intensivstation bei Patienten mit einer Infektion bei 10,9 Tagen im Gegensatz von nur 3 Tagen bei Patienten ohne Wundkomplikation (22). Ridderstolpe et al. konnte 2001 in der bereits erwähnten Publikation eine postoperativ verlängerte Beatmungszeit als Risikofaktor nachweisen. Allerdings wurde hier bereits ein Zeitraum von größer als 24 Stunden als verlängerte Beatmungszeit angesehen. Die durchschnittliche Beatmungszeit bei Patienten mit Wundinfektion lag bei 30,4 Stunden ($\pm 93,3$ h), im Vergleich zu 18,9 Stunden ($\pm 52,8$ h) bei komplikationslosem Verlauf (59). Gummert et al. errechnete ebenfalls 2002 für Patienten mit einer Beatmungszeit von 72 Stunden und länger, sowie für Patienten mit Intensivstationsaufenthalt länger als 5 Tagen, ein wesentlich erhöhtes Risiko für eine postoperative Wundinfektion. (28). Lu et al. beschrieb 2003 pro 10 Stunden Beatmungsdauer eine signifikante Risikozunahme ($p < 0,001$) zur Ausbildung einer postoperativen sternalen Wundinfektion (48). Im postoperativen Verlauf verstarben 12/56 Patienten (21,4%). 10 Patienten aus dieser Gruppe waren männlich (83,3%) und 2 weiblich (16,7%). Hiervon verstarben 10 Patienten (83,3%) noch im Klinikum im direkten Verlauf aufgrund der Komplikationen nach erfolgtem operativem Ersteingriff. Zwei Patienten (16,7%) verstarben nach regulär beendeter Therapie und Entlassung aus dem Klinikum während sie sich noch im Nachsorgeprogramm befanden. In der Literatur

und in anderen Studien zeigte sich ebenfalls, dass die Lebenserwartung der Patienten mit einer postoperativen Mediastinitis im Vergleich zu Patienten mit einem komplikationslosen Verlauf eingeschränkt ist. 2000 berechnete Braxton et al. in einer Studie, welche den Zeitraum von 1992-1996 und insgesamt 15406 kardiochirurgische Patienten umfasste, die 4 Jahresüberlebensrate von Patienten bei denen es im postoperativen Verlauf zur Ausbildung einer Mediastinitis kam. Er kam zu dem Ergebnis, dass sich eine tiefe sternale Wundinfektion für die weitere Lebenserwartung sehr limitierend auswirkt (10):

- Die 30 Tagesüberlebensrate der Patienten mit tiefer Wundinfektion lag bei 93%, im Vergleich zu 97% bei Patienten mit komplikationslosem Verlauf
- Nach 1 Jahr lebten noch 78% der Patienten mit Mediastinitis im postoperativen Verlauf und 95% der Operierten ohne Komplikation
- Nach 4 Jahren betrug das Verhältnis 65% / 89%

2001 errechnete Ridderstolpe et al. eine 1 Jahresüberlebensrate von 92,8% für Patienten mit tiefer sternaler Wundinfektion und im Vergleich dazu von 95,2% in der Gruppe mit komplikationslosem Verlauf (59). 2003 kam Lu et al. in einer 4228 Patienten umfassenden und von April 1997 bis März 2001 andauernden Studie zu folgenden Ergebnissen bezüglich der 4 Jahresüberlebensrate von Patienten die sich einer kardiochirurgischen Operation unterzogen (48):

- Die 30 Tagesüberlebensrate bei Patienten mit Mediastinitis lag bei 96,8% im Vergleich zu 98,1% bei normalem Verlauf
- Nach 1 Jahr lebten noch 93,7% der Patienten mit tiefer Wundinfektion und 96,1% aus dem Kollektiv mit komplikationslosem Verlauf
- Nach 2 Jahren lag dieses Verhältnis bei 91,4% / 94,7%
- Nach 4 Jahren lebten 86,7% der Mediastinitispatienten und 91,7% der Gruppe ohne Komplikation

2005 berechnete Toumpoulis et al. für Patienten mit durchlaufener tiefer sternaler Wundinfektion eine 5 Jahresüberlebensrate von 50,8% im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne sternale Wundinfektion mit 72,8% (81).

4.2.4) Zusammenfassung des klinischen Verlaufs

Die Ergebnisse bezüglich der prä-, intra- und postoperativen Risikofaktoren zeigen, dass es sich bei tiefen sternalen Wundinfektionen um ein multifaktorielles Krankheitsbild handelt, wobei die individuellen Variablen einen unterschiedlichen Einfluss auf den postoperativen Verlauf ausüben. Die einzelnen Faktoren selbst begünstigen nicht unbedingt das Auftreten einer sternalen Wundinfektion, die Kombination mehrerer Risikofaktoren wesentlich. Viele Risikofaktoren sind auf den Lebensstandard der Patienten zurückzuführen und sollten, wenn möglich schon präoperativ bei elektiven Eingriffen abgestellt werden. Denn nicht wenige Risikofaktoren sind unbeeinflussbar und sollten in der präoperativen Planung eine wichtige Rolle bezüglich der Vorgehensweise einnehmen.

4.3) Erregerspektrum

Trotz mittlerweile guter Kenntnisse der Mikrobiologie der sternalen Wunde lässt sich die sternale Wundinfektion weiterhin noch nicht zufriedenstellend beherrschen. Bei allen 56 Patienten unserer Studie konnten bakterielle Erreger isoliert werden. Zudem lag bei 34/56 des Gesamtkollektivs (60,7%) eine Mischinfektion aus zwei oder mehreren bakteriellen Erregern vor. Pilze konnten bei 9/56 Patienten (16,1%) festgestellt werden. Nahezu bei jedem Patienten (51/56, 91,0%) konnten grampositive Kokken isoliert werden. Vor allem *Staphylococcus aureus* (17/56, 30,4%), davon in 10/56 Fällen MRSA (17,9%), und koagulase-negative Staphylokokken (42/56, 75,0%) konnten nachgewiesen werden. Zudem lagen Enterokokken (8/56, 14,3%), Peptostreptokokken (5/56, 9,0%) und *Streptococcus viridans* (4/56, 7,1%) vor. Gramnegative Stäbchen konnten bei 26/56 Patienten (46,4%) aus der Wunde isoliert werden, dabei lagen vor allem Infektionen mit *Pseudomonas aeruginosa* (14/56, 25,0%) vor. Infektionen mit sonstigen Bakterienarten konnten in 12/56 Fällen (21,4%) festgestellt werden, diese spielten jedoch aufgrund ihrer niedrigen Pathogenität eine geringe Rolle in der antibiotischen Therapie. Bei 9/56 Patienten (16,1%) konnten zudem Pilze isoliert werden, meistens *Candida* spezie (8/56, 14,3%), in seltenen Fällen Hefen (2/56, 3,6%). John et al. konnte 1993 in einer Studie nachweisen, dass 87% des Pflegepersonals und der Ärzte Träger

von koagulase-negativen Staphylokokken waren (33). 1996 berichtete Graevenitz von et al. in einer Publikation darüber, dass die Staphylokokken von Haut und Schleimhäuten der Patienten selbst stammten oder vom Pflegepersonal und den Ärzten übertragen wurden (27). 2002 veröffentlichte Gardlund et al. eine Studie zur Mikrobiologie der sternalen Wundinfektion. Dabei konnten in 46% der Fälle koagulase-negative Staphylokokken isoliert werden. Bei 26% der Patienten konnte *Staphylococcus aureus* nachgewiesen werden, gramnegative Stäbchen lagen bei 18% der Studienteilnehmer vor. Dabei wurde das Keimspektrum mit den vorbestehenden Grunderkrankungen oder dem postoperativen Verlauf abgeglichen. Letztendlich wurde unter 3 verschiedenen Typen der postoperativen tiefen sternalen Wundinfektion unterschieden:

- Mediastinitis durch Sternumdehiszenz begünstigt bei vorbestehender Adipositas und COPD, meist verursacht durch koagulase-negative Staphylokokken
- Mediastinitis in Fällen ohne Sternumdehiszenz, bei denen es im postoperativen Verlauf zu einer Kontamination des Mediastinalraumes mit *Staphylococcus aureus* gekommen ist
- Mediastinitis verursacht durch Begleiterkrankungen während der postoperativen Phase, oft verursacht durch gramnegative Bakterien

Gleichzeitig wurde eine Zunahme der Mortalität, verbunden mit dem Vorhandensein einer bestimmten Bakterienspezies ausgeschlossen (26).

Das Erregerspektrum der sternalen Wundinfektion wurde noch von weiteren Autoren untersucht. Das Keimspektrum ähnelte unserer Studie und vorangegangenen Arbeiten. Auch wurde der Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von MRSA und der damit verbundenen erhöhten Morbidität und Mortalität unterstrichen (63, 80). Bei 34/56 Patienten (60,7%) konnte eine bakterielle Mischinfektion mit *Staphylococcus aureus*, koagulase-negativen Staphylokokken oder gramnegativen Stäbchen festgestellt werden. In 22/56 Fällen (39,3%) lag eine Monoinfektion vor. Loop et al. konnte bereits 1990 nachweisen, dass Patienten mit einer Mischinfektion aus grampositiven und gramnegativen Keimen bezüglich Morbidität, Septikämie, Anzahl der Reoperationen und Hospitalisationsdauer eine schlechtere Prognose haben (45). In unserer Studie zeigte sich in der speziellen Patientenanalyse der Verstorbenen gegenüber den Patienten welche die Mediastinitis und anschließende Therapie überlebt haben, dass eine Infektion mit MRSA oder mit Pilzen mit einer erhöhten Letalität einhergeht. So konnte

bei 5/12 verstorbenen Patienten (41,7%) MRSA isoliert werden, im Vergleich zur Gruppe der genesenen Patienten, in der lediglich bei 5/44 Personen (11,4%) MRSA nachgewiesen werden konnte ($p= 0,03$). Außerdem konnten bei 5/12 verstorbenen Patienten (41,7%) Pilze aus der sternalen Wunde kultiviert werden. Im Vergleich dazu war dies lediglich bei 4/44 Personen aus der Vergleichsgruppe (9,1%) möglich ($p= 0,02$). Zudem konnte in der Gruppe der Verstorbenen bei allen Patienten (12/12, 100%) eine bakterielle Mischinfektion festgestellt werden.

Alle Patienten mit einer Monoinfektion konnten die Klinik geheilt verlassen. Dagegen ist der postoperative Verlauf bei einer bakteriellen Mischinfektion aus grampositiven und gramnegativen Keimen mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität verbunden. Auch das Vorhandensein von MRSA im Mediastinum geht mit einer erhöhten Letalität einher. Die Isolierung von Pilzen aus der sternalen Wunde wirkt sich ebenfalls komplizierend auf den postoperativen Verlauf aus. Inwieweit jedoch damit eine erhöhte Morbidität und Mortalität verbunden ist, konnte anhand dieser Studie nicht festgestellt werden. Zum einen war die Anzahl der Pilzinfektionen vergleichsweise zu gering um Rückschlüsse daraus zu gewinnen, zum anderen lag in allen Fällen bereits eine bakterielle Infektion vor, welche den postoperativen Verlauf bereits schon wesentlich geprägt hatte. Außerdem war das Immunsystem der betroffenen Patienten teilweise dadurch und durch die erfolgten operativen Revisionen erheblich geschwächt, so dass keine zuverlässige Aussage darüber getroffen werden konnte, inwieweit die Infektion mit Pilzen den Krankheitsverlauf beeinflusst hat.

4.4) Chirurgische Therapie

4.4.1) Entwicklung chirurgischer Therapieverfahren

In unserer Studie wurde zwischen zwei Arten von sternalen Wundinfektionen unterschieden, danach richtete sich auch die operative Behandlung. Bei oberflächlichen Infektionen war nach einmaliger operativer Vorgehensweise keine weitere invasive Therapie mehr notwendig, ggf. wurde noch eine Spül- und Saugdrainage nach Reverdrahtung des Sternums eingebracht. Bei tiefen sternalen Wundinfektionen waren aufwendige Behandlungen, sowie mehrfache Reoperationen in der Therapie notwendig. Zudem kam es teilweise zum Einsatz von Plastiken um den Wunddefekt zu verschließen. Innerhalb der letzten Jahrzehnte wurden verschiedene Therapiekonzepte entwickelt die zum Teil auch heute noch ihre Gültigkeit haben. In der Behandlung und Prophylaxe der sternalen Wundinfektionen werden aber auch heute noch stetig neue operative Verfahren erprobt und angewendet. Engelmann et al. führte 1961 die Technik des Debridements und der offenen Granulierung bzw. der sekundären Wundheilung bei tiefen sternalen Wundinfektionen ein (21). 1963 beschrieben Schumacker und Mendelbaum die Spülung des Mediastinums mit einem geschlossenen System und Antibiotika, sowie die Refixation des Sternums (71). Lee et al. berichtete 1976 in einer Publikation über die thorakale Transposition des Omentum majus zur Defektauffüllung nach radikaler Sternektomie bei schweren tiefen sternalen Wundinfektionen. 2 von 3 Patienten konnten so erfolgreich therapiert werden (43). Jurkiewicz et al. entwickelte 1980 die Sternummuskelplastik. Die Autoren therapierten erfolgreich 9 von 12 Patienten mittels M. pectoralis major-Plastik, die zuvor auf Debridement und Spülung des Mediastinums nicht angesprochen hatten (36). Herrera und Ginsburg führten 1982 die Kombination aus Omentum majus-Plastik mit ein- oder beidseitiger Verwendung des M. pectoralis major als Schwenklappen zur Rekonstruktion des sternalen Wunddefekts ein (31).

4.4.2) Chirurgische Grundprinzipien

Die Vorgehensweise bei tiefen sternalen Wundinfektionen unterliegt einigen Grundprinzipien die unabhängig von der nachfolgenden Operationsmethode bei jedem Patienten in der Therapie angewendet werden. Dazu zählen eine ausgiebige Wundexzision und ein aggressives Debridement mit kompletter Entfernung von infiziertem und nekrotischem Gewebe. Auch sollten Flüssigkeitsansammlungen immer, Fremdmaterialien wenn nötig, entfernt werden. Das Mediastinum selbst wird in der operativen Revision mittels Lavage gespült. Außerdem versucht man Keime aus der Wunde zu isolieren und auf Nährmedien zu kultivieren, um die antibiotische Therapie dementsprechend einzustellen. Nach diesem Therapieansatz der den ersten, für den weiteren Heilungsverlauf ausschlaggebenden Schritt darstellt, wurden alle 56 Patienten unserer Studie behandelt (100%). Zudem wurde bei 27/56 Patienten eine mediastinale Spül- und Saugdrainage (48,2%) zur Reinigung der sternalen Wunde, nach initialer Reverdrahtung, angewendet. Diese wurde aber seit dem Jahr 2000 zunehmend von der Vakuumversiegelung (VAC) des Sternums abgelöst (23/56, 41,1%). Marty-Ane et al. kam 1999 bei der Behandlung von 12 Patienten mit deszendierender nekrotisierender Mediastinitis zu dem Ergebnis, dass nur eine aggressive Vorgehensweise mit Drainagen und Thorakotomien die Mortalitätsrate senken kann. Besonders schwere Infektionen können bei nekrotisierender Mediastinitis ohne invasive Therapie nicht adäquat behandelt werden (51). 2001 konnte De Feo et al. in einer Studie nachweisen, dass Morbidität und Mortalität durch radikales Debridement, festgelegt nach einem festen therapeutischen Protokoll, erheblich gesenkt werden können. Dabei wurden 2 Gruppen miteinander verglichen. In Gruppe A wurden die Patienten zunächst konservativ antibiotisch und erst bei Therapieversagen chirurgisch behandelt. In Gruppe B wurde bei allen Patienten mit Infektion umgehend ein aggressives Debridement nach Protokoll als Therapie eingeleitet. Beide Gruppen enthielten je 62 Patienten. Dabei kam man zu folgenden Ergebnissen (40):

- Die Mortalitätsrate in Gruppe A war mit 31,0% wesentlich höher als in Gruppe B mit lediglich 1,6% ($p < 0,001$)
- Die stationäre Behandlungsdauer lag in Gruppe B durchschnittlich bei 30,5 Tagen (+/- 3 Tage) im Vergleich zu 44 Tagen (+/- 9 Tage) in Gruppe A

- In Gruppe B waren lediglich insgesamt 76 operative Eingriffe notwendig um saubere Wundverhältnisse zu erreichen. In der Vergleichsgruppe waren dagegen 92 Debridements notwendig (p= 0,005)

Auch Douville et al. konnte 2004 die Bedeutung des aggressiven therapeutischen Debridements nachweisen. Die Autoren empfahlen ebenfalls die Vorgehensweise nach einem festen standardisierten Therapieprotokoll (17).

2004 veröffentlichte Merril et al. eine Studie über 40 Patienten, die aufgrund einer tiefen sternalen Wundinfektion, nach vorher erfolgtem Debridement, wieder mit einer mediastinalen Spül- und Saugdrainage behandelt wurden. Auf diese Weise konnten 38 Patienten erfolgreich therapiert werden (52).

4.4.3) Vakuumversiegelung des Sternums (VAC)

Die VAC-Therapie wird seit dem Jahr 2000 in der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg zur Therapie der tiefen sternalen Wundinfektionen herangezogen. Seit dem Jahr 2000 wurde das Verfahren der Vakuumversiegelung des Sternums bei 23/56 Patienten angewendet (41,1%). Es ist insgesamt schonender und weniger belastend für den Patienten, da aufgrund der kontinuierlichen Säuberung der Wunde die Folgeeingriffe weniger radikal ausfallen müssen. Die Vakuumtherapie wurde in den vergangenen Jahren in einer Vielzahl von Studien untersucht. Dabei kamen sämtliche Autoren zu dem Ergebnis, dass die VAC-Therapie eine äußerst effektive Behandlungsmethode in der Therapie der tiefen sternalen Wundinfektionen darstellt (6, 16, 23, 25, 37, 47, 56, 72-74, 82). Sie hat sich als ein wichtiger Bestandteil in der Therapie der sternalen Wunde entwickelt. Sirch et al. wandte diese Behandlungsmethode 1998 erstmals bei 5 herzchirurgischen Patienten mit postoperativer Mediastinitis an. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass neben einer Säuberung der sternalen Wunde auch der Thorax stabilisiert wird und dadurch die Patienten früher mobilisiert werden konnten. Zudem werden Vorteile der geschlossenen und der offenen Wundbehandlung miteinander kombiniert (72). Berg et al. verglich 2000 in einer Studie die VAC-Therapie mit der bisherigen Therapie mittels einem mediastinalen Spülsystem. Dabei war die Anzahl der Behandlungen ohne Therapie-

erfolg in der Gruppe mit mediastinalem Spülsystem dreimal höher als bei der Gruppe mit Vakuumversiegelung. Der postoperative stationäre Aufenthalt bei diesen Patienten war zudem wesentlich länger als im Vergleich zur Gegengruppe ($p=0,03$) (6). Luckraz et al. bezeichnete 2003 in einer Publikation die Vakuumtherapie, sowohl als alleinige Therapie zum Wundverschluß (Gruppe A), als auch in Kombination mit Muskelplastiken (Gruppe B), als eine effektive Behandlungsmethode im Vergleich zu Therapien mit geschlossenen Spülsystemen (47):

- Die Mortalitätsrate war in Gruppe A (28,6%) und B (7,7%) niedriger als bei Patienten mit Therapie nach altem Muster (30,7%)
- Die Dauer der durchschnittlichen stationären Behandlungsdauer war in Gruppe A (20Tage) und Gruppe B (29 Tage) wesentlich kürzer als bisher (35,5 Tage)

2005 verglich Sjögren et al. über einen Zeitraum von 1999-2003 die 5 Jahresüberlebensrate von Patienten die mit Vakuumtherapie oder mit einem geschlossenen Spül- und Saugsystem behandelt wurden (73):

- Nach 90 Tagen lebten noch 100% der Patienten mit Vakuumtherapie und 85% der Patienten der Vergleichsgruppe
- Nach 6 Monaten betrug das Verhältnis 97% / 86%, nach 1 Jahr 93% / 82%
- Nach 5 Jahren lebten noch 83% aus der Gruppe mit Vakuumtherapie und 59% aus der Gegengruppe

Fuchs et al. veröffentlichte 2005 in einer Studie, dass eine Therapie mit Vakuumversiegelung des Sternums im Vergleich zu einer Behandlung mit geschlossenem Spülsystem wesentlich früher zu sauberen Wundverhältnissen führt ($p<0,01$). Auch die Entzündungswerte im Blut sanken schneller ($p<0,025$), der stationäre Behandlungszeitraum war verkürzt ($p<0,001$), das Sternum konnte früher reverdrahtet werden ($p<0,01$) und die Überlebensrate war höher ($p<0,15$) (25). 2005 verglich Sjögren et al. die Überlebensraten von Patienten die mit Vakuumtherapie behandelt worden sind und von Patienten, die einen komplikationslosen postoperativen Verlauf hatten. Dabei zeigten sich in beiden Gruppen ähnliche Überlebensraten (74):

- Die Überlebensrate nach 1, 3 und 5 Jahren lag in der Gruppe mit Vakuumversiegelung des Sternums bei 92,9% (+/- 4,0%), 89,2% (+/- 5,2%) und 89,2% (+/- 5,2%)
- Bei den Patienten mit komplikationslosem Verlauf lag diese bei 96,5% (+/- 0,3%), 92,1% (+/- 0,5%) und 86,9% (+/- 0,8%)

4.4.4) Sekundäres Wundmanagement

Nachdem saubere Wundverhältnisse erreicht worden waren, erfolgte wenn möglich die Reverdrahtung des Sternums (33/56 Patienten, 59,0%). Hierfür stehen die Methode des Sternumverschlusses nach Robicsek bzw. deren Varianten zur Verfügung (32, 45, 61, 62, 67, 69, 78, 83). Da jedoch bei einigen Patienten eine Reverdrahtung nicht mehr möglich war, da das Sternum infolge der Mediastinitis komplett oder nahezu vollständig reserziert worden war, erfolgte der Verschluss der sternalen Wunde bei 16/56 Patienten (28,6%) mittels M. pectoralis major-Plastik und in 2/56 Fällen (3,6%) durch Omentum majus-Plastik. Lediglich bei 1/56 Patienten (1,8%) kam es zur Anwendung einer aus beiden Varianten bestehenden kombinierten Plastik. Bei 5/56 Personen (9,0%) wurden zusätzlich Spalthaut- und Verschiebplastiken verwendet. 1998 berichtete d'Udekem et al. über 14 Patienten, die im Behandlungsverlauf einer tiefen sternalen Wundinfektion, eine Omentum majus-Transposition erhielten. Nach erfolgtem Wundverschluss konnten alle Patienten nach unterschiedlichen Zeiträumen entlassen werden. Innerhalb des Beobachtungszeitraums von 20 Monaten verstarben 2/14 Patienten (14,3%). Außerdem beschrieben die Autoren, dass die Transposition des Omentum majus, verbunden mit vorherigem radikalem Debridement, einen guten Heilungsverlauf mit guten mittelfristigen Ergebnissen erzielt (18). 1998 verglich El Gamel et al. die Behandlung von Patienten mit Mediastinitis. In einer Gruppe wurde ein früher Wundverschluss mittels modifizierter Technik nach Robicsek und M. pectoralis major-Plastik erreicht, in der Vergleichsgruppe wurden die Patienten mittels Inzision, Drainage und nach chirurgischer Einschätzung der Situation behandelt. Dabei kam man zu folgenden Ergebnissen (19):

- In der Gruppe mit frühem Wundverschluß lag die Mortalität bei 0%, im Vergleich zu 47,0% in der Vergleichsgruppe
- Außerdem war keine Reintervention (0%) wegen Komplikationen notwendig, in der Gegengruppe war dies bei 47,0% der Patienten der Fall
- Die durchschnittliche Dauer des stationären Aufenthalts lag bei 22 / 82 Tagen

Schroeyers et al. berichtete 2001 über die Therapie von tiefen sternalen Wundinfektionen bei hämodynamisch stabilen Patienten sowohl mit alleiniger M. pectoralis major-Plastik, als auch mit Omentum majus-Plastik und Kombinationsplastiken über gute Heilungsergebnisse. Hingegen berichteten die Autoren, dass diese Therapieverfahren bei hämodynamisch instabilen Patienten nicht als Standardtherapie angewendet werden sollten (66). Shrager et al. beschrieb 2003 die Ergebnisse der Omentum majus-Transposition bei 85 Patienten in der Behandlung von komplexen kardiothoraxchirurgischen Problemen. Dabei wurden die Patienten in 3 Gruppen eingeteilt. In Gruppe 1 wurden diejenigen Patienten zusammengefasst, welche prophylaktisch eine Omentumtransposition erhielten, um im Behandlungsverlauf drohende Komplikationen zu vermeiden. Gruppe 2 enthielt alle Fälle, bei denen die Methode angewandt wurde, um Probleme in der Behandlung durch Infektionen zu therapieren. In Gruppe 3 waren alle Patienten geführt die eine Omentum majus-Plastik aufgrund ausgiebiger Sternumresektion erhielten. Dabei kam man zu dem Ergebnis, dass Therapien mit Omentumtransposition neben Muskelplastiken als Verfahren der Wahl anzusehen sind (70):

- 4/85 Patienten (4,7%) verstarben im Verlauf der Therapie
- In Gruppe 1 wurden 42/47 Patienten (89,4%), in Gruppe 2 29/32 Patienten (90,6%) und in Gruppe 3 4/6 Patienten (66,7%) erfolgreich behandelt

Klesius et al. veröffentlichte 2004 eine Studie die den Verlauf von Patienten beleuchtete, welche eine bilaterale Pectoralisplattenplastik erhalten hatten, in Bezug auf Mortalität, Infektsanierung, Thoraxstabilität, Hospitalisierung und Mobilisierung. Bei insgesamt 12 Patienten mit tiefen sternalen Wundinfekten erfolgte, nach Wunddebridement und Sternumresektion, eine Rekonstruktion des Wunddefekts durch bilaterale Pectoralisplattenplastik. Dabei wurden sehr gute kosmetische Ergebnisse und eine suffiziente Thoraxstabilität beschrieben (38):

- 3/12 Patienten (25,0%) verstarben im postoperativen Verlauf
- Die mittlere Intensiv-Aufenthaltsdauer lag bei 23,3 Tagen (+/- 30,1 Tage)
- Nach durchschnittlich 23,3 Tagen (+/-24,04 Tage) konnten die Patienten in die Anschlußheilbehandlung verlegt werden

4.4.5) Alternative Therapieansätze

In der Literatur werden noch weitere operative Optionen zur Prophylaxe oder Therapie der tiefen sternalen Wundinfektionen beschrieben. Diese haben sich jedoch noch nicht in der Behandlung durchgesetzt, stellen aber alternative Ansätze zur Behandlung der Mediastinitis dar.

2000 beschrieb Choi et al. die manubriumaussparende mediane Sternotomie, bei der das Manubrium sterni beim operativen Zugang zum Mediastinum nicht eröffnet wird, sondern lediglich das Corpus sterni. Postoperativ kam es lediglich bei 7,7% der Patienten zu oberflächlichen Wundheilungsstörungen. Bei der Vergleichsgruppe mit kompletter medianer Sternotomie war dies bei 15,4% der Fall. Auch klagte kein Patient im postoperativen Verlauf über Schmerzen. Bei Patienten mit kompletter Sternotomie waren dies 23,1%. Die manubriumaussparende Sternotomie wurde für die meisten herzchirurgischen Operationen als schonender alternativer Zugangsweg angesehen, der das Trauma des Zugangs und postoperative Komplikationen reduziert. Ein Nachteil dieser Operationsmethode ist jedoch die eingeschränkte Übersicht des Operationsgebietes im Vergleich zur kompletten Sternotomie (11). Astudillo et al. berichtete in einer 2001 veröffentlichten Studie über die Ley-Prothese, einer 0,5 mm dicken Platte die aus einer Titanlegierung besteht, die bevorzugt bei Patienten mit instabilem Sternum in der Therapie der Mediastinitis eingesetzt wird. Dabei wurde die Ley-Prothese als eine weitere mögliche Therapieform der tiefen sternalen Wundinfektionen beschrieben, die einen kürzeren Behandlungszeitraum im Vergleich zu den bekannten chirurgischen Therapieformen bewirkt (29 Tage / 41,5 Tage) und eine geringere Anzahl an operativen Eingriffen nach sich zieht (3). 2003 verglich De Feo et al. den Einsatz von Verbänden mit granuliertem Zucker in der Behandlung der Mediastinitis gegenüber der herkömmlichen chirurgischen Therapie. Dabei konnte gezeigt werden, dass Patienten die mit

granuliertem Zucker behandelt wurden, einen schnelleren Heilungsverlauf (6,75 Tage +/-1,34 Tage gegenüber 10,75 Tage +/- 2,76 Tage; $p= 0,0001$) und eine kürzere Hospitalisationsdauer (34,23 Tage +/- 3,4 Tage gegenüber 39,5 Tage +/- 3,6 Tage; $p= 0,001$) hatten. Auch verstarb keiner dieser Patienten im Vergleich zur Gruppe mit herkömmlicher chirurgischer Therapie (33,3%). Zudem zeigte sich, dass die konventionelle chirurgische Therapie bei Patienten mit hohem präoperativen Risikoprofil mit einer höheren Komplikationsrate einhergeht ($p= 0,048$). Daher wurde empfohlen die Therapie mit granuliertem Wundzucker bei Risikopatienten als Therapie zum Wundverschluss anzuwenden (13). 2004 verglich Song et al. den primären Verschluss des Sternums mit Osteosyntheseplatten nach operativem Ersteingriff gegenüber der herkömmlichen Verdrahtung des Sternums. In der Gruppe mit primärer Verplattung des Sternums entwickelte sich im postoperativen Verlauf bei keinem Patienten eine Mediastinitis. In der Kontrollgruppe waren 14,8% betroffen ($p= 0,006$). Die Autoren konnten somit bei Patienten mit primärer Verplattung des Sternums einen signifikanten Rückgang der Inzidenz von tiefen sternalen Wundinfektionen feststellen (75). 2005 berichtete De Feo et al. zudem über erste zufriedenstellende Ergebnisse beim Versuch der sternalen Osteosynthese mit Achillessehnen von Fremdspendern bezüglich des Heilungsverlaufs nach tiefer sternaler Wundinfektion und der Lebensqualität der Patienten (12).

4.4.6) Zusammenfassung der chirurgischen Therapieverfahren

Die in der Literatur erschienen Studien bezüglich der Therapie der Mediastinitis begannen 1961 und sind heute noch Inhalt vieler Publikationen. Dabei kommen die meisten Autoren zu dem Ergebnis, dass die Behandlung nach festen Schemata in Form von früher Reintervention mit aggressiver Wundreinigung zu erfolgen hat. Unterschiedliche Meinungen bestehen zudem darüber ob die Säuberung der Wunde mittels Vakuumversiegelung oder der mediastinalen Spül- und Saugdrainage erfolgen sollte. Bezüglich des sekundären Wundmanagements gibt es mehrere Varianten die sternale Wunde zu verschließen. Mit allen Möglichkeiten wurden zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Welches Therapieverfahren zum Verschluss der sternalen Wunde angewendet werden sollte, ist wohl individuell von Patient zu Patient abzuwägen. Außerdem finden

sich ständig neue Verfahren in der Erprobung deren Effektivität sich noch langfristig herausstellen muss.

4.5) Spezielle Patientenanalyse

In dieser Studie wurden aus unserem Patientenkollektiv zwei Untergruppen genauer betrachtet und jeweils im Vergleich zum restlichen Patientenkollektiv analysiert, um nähere Einzelheiten darüber zu gewinnen, bei welchen Patienten unter Umständen ein besonders erhöhtes Risiko besteht an einer postoperativen Mediastinitis zu erkranken und welche Risikofaktoren und Parameter den Infektionsverlauf besonders ungünstig beeinflussen.

Diesbezüglich wurden diejenigen Patienten, welche präoperativ bereits das 75. Lebensjahr vollendet hatten (14/56, 25,0%) mit den restlichen Patienten verglichen. Darüber hinaus analysierten wir die Patienten (12/56, 21,4%), die infolge der Infektion verstarben. Bezüglich der Patienten die präoperativ das 75. Lebensjahr bereits vollendet hatten, konnte festgestellt werden, dass gegenüber dem restlichen Patientenkollektiv kein Parameter feststellbar war, der statistisch signifikant darauf hindeutete, dass diese Gruppe innerhalb des Kollektivs besonders gefährdet ist. Sämtliche Risikofaktoren und Parameter waren bei dieser Gruppe bezüglich des Vorkommens annähernd mit der Kontrollgruppe gleichzusetzen.

Bei der Analyse der verstorbenen Patienten fiel auf, dass bei Patienten mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus ein signifikanter Anstieg der Mortalität im Vergleich zur Kontrollgruppe vorliegt ($p= 0,05$). Auch konnte bei Patienten mit vorbestehender Niereninsuffizienz eine Zunahme der Mortalität im Vergleich zum restlichen Patientenkollektiv nachgewiesen werden ($p= 0,01$). Ebenfalls bewirkte bei den Patienten ein Intensivaufenthalt von länger als 10 Tagen eine Zunahme der Mortalität ($p= 0,01$). Zudem konnte gezeigt werden, dass die Isolierung von MRSA im Mediastinum mit einer Erhöhten Letalität gegenüber dem restlichen Patientenkollektiv einhergeht ($p= 0,03$). Das Vorhandensein von Pilzen bewirkt ebenfalls einen ungünstigen Verlauf ($p= 0,02$). Inwieweit eine Erhöhung der Morbidität und Mortalität damit verbunden ist, konnte jedoch aufgrund der bereits vorhandenen bakteriellen

Mischinfektionen und der insgesamt damit, und durch die zahlreichen Reeingriffe, schon vorbestehenden starken Immunsuppression der Patienten nicht genau geklärt werden.

5.) Zusammenfassung

Die Untersuchung des prä-, intra- und postoperativen klinischen Verlaufs und der relevanten Parameter ergab folgende Ergebnisse:

Das untersuchte Patientenkollektiv bestand aus 56 Patienten im Alter von 40 bis 82 Jahren. Das durchschnittliche Alter betrug 66,9 Jahre (+/- 9,15 Jahre). Hiervon waren 44 Patienten männlich (78,6%) und 12 weiblich (21,4%). Bei der präoperativen Untersuchung zeigten sich multiple Risikofaktoren:

- Adipositas Grad I + II (37/56; 66,1%)
- Arterielle Hypertonie (36/56; 64,3%)
- Hyperlipidämie (31/56; 55,4%)
- Diabetes mellitus Typ 1 + 2 (26/56; 46,4%)
- Präoperative Verweildauer > 5 Tage (24/56; 42,9%)
- Periphere arterielle Verschlusskrankheit (18/56; 32,1%)
- Ex-Nikotin (20/56; 35,7%) und Nikotinkonsum (11/56; 19,6%)
- Lungenerkrankungen (21/56; 37,5%)
- Patienten 75 Jahre und älter (14/56; 25,0%)
- Chronische Niereninsuffizienz (12/56; 21,4%)
- Metabolisches Syndrom (12/56; 21,4%)
- Alkoholabusus (5/56; 9,0%)
- Kortikosteroidtherapie (3/56; 5,4%)
- Herzinsuffizienz NYHA-Klasse III (2/56; 3,6%)
- Ejektionsfraktion < 35% (2/56; 3,6%)

Die durchschnittliche Operationsdauer lag bei 259 min. (+/- 87 min.), die HLM-Zeit bei 125 min (+/- 64 min.) und die Abklemmzeit bei 69 min. (+/- 26 min.). Der durchschnittliche Blutverlust lag bei 2160 ml (+/- 2600ml). Bei 47/56 Patienten (84,0%) war eine Transfusion von Blutprodukten notwendig.

Weitere intraoperative Parameter waren:

- Ersteingriff (53/56; 94,6%)
- Elektive Operationen (53/56; 94,6%)
- Notfalloperationen (3/56; 5,4%)
- Als Eingriffsarten zeigten sich koronarchirurgische (44/56; 78,6%) und klappenchirurgische (9/56; 16,1%) Operationen, sowie Kombinationseingriffe (5/56; 9,0%). Außerdem lagen aortenchirurgische (2/56; 3,6%), herzchirurgische (1/56; 1,8%) und andere Eingriffe (1/56; 1,8%) vor
- Als Bypassgefäße wurden verwendet, die A. thoracica interna links (26/56; 46,4%), A. thoracica interna rechts (2/56; 3,6%) und Vv. saphenae magnae (44/56; 78,6%)
- Primärer Sternumverschluß (52/56; 92,9%)

Postoperativ war bei 5/56 Patienten (9,0%) eine Intubationsdauer von mehr als 5 Tagen notwendig. 8/56 Patienten (14,3%) mussten länger als 10 Tage auf der Intensivstation überwacht werden.

Die durchschnittliche Diagnosezeit der Mediastinitis lag bei 12,5 Tagen (+/- 6,7 Tage).

Im postoperativen Verlauf während des stationären Aufenthaltes und innerhalb des Nachsorgezeitraums nach Entlassung verstarben 12/56 Patienten (21,4%).

Erregerspektrum:

Bei 100% der Patienten konnten aus der sternalen Wunde bakterielle Erreger isoliert und angereichert werden. In 34/56 Fällen lagen Mischinfektionen vor (60,7%), bei den restlichen 22/56 Patienten (39,3%) waren nur bakterielle Monoinfektionen nachweisbar. Folgende Bakterienspezies konnten nachgewiesen werden.

- Grampositive Kokken bei 51/56 Patienten (91,0%). Hierbei lagen vor allem Staphylococcus aureus (17/56; 30,4%), darunter MRSA (10/56; 17,9%) und koagulase-negative Staphylokokken (42/56 Patienten; 75,0%) vor
- Gramnegative Stäbchen wurden in 26/56 Fällen (46,4%) festgestellt, in den meisten Fällen Pseudomonas aeruginosa (14/56; 25,0%)
- Sonstige Bakterienarten bei 12/56 Patienten (21,4%)

Überdies hinaus lag bei 9/56 Patienten (16,1%) eine Infektion mit Pilzen vor. Dabei handelte es sich in 8/56 Fällen (14,3%) um Candida spezies und bei 2/56 Patienten (3,6%) um Hefen.

Chirurgische Therapie:

Bei 14/56 Patienten (25,0%) lag eine oberflächliche und in 42/56 Fällen (75,0%) eine tiefe Infektion des Mediastinums vor. Die ersten Schritte in der operativen Behandlung unterliegen Grundprinzipien die unabhängig von der Methode des sekundären Wundmanagements bei jedem Patienten angewendet werden. Ausgiebige Wundexzision, aggressives Debridement, Entfernung von infiziertem und nekrotischem Gewebe, sowie Flüssigkeitsansammlungen und wenn nötig Fremdmaterialien. Spülung des Mediastinums und Abstrichentnahmen zur Keimbestimmung gehören ebenfalls zu den Grundprinzipien die bei allen Patienten (100%) durchgeführt wurden. Danach erfolgt die Wundsäuberung, bis zum Jahr 2000 nur mittels mediastinaler Spül- und Saugdrainage (27/56; 48,2%), seit 2000 zunehmend von der Vakuumversiegelung abgelöst (23/56; 41,1%). Nach Wundsäuberung schließt sich das sekundäre Wundmanagement mit Verschluss der Wunde an, wenn möglich noch mittels Reverdrahtung des Sternums (33/56; 59,0%). Bei größeren Wunddefekten erfolgte der Wundverschluß durch M. pectoralis major-Plastik (16/56; 28,6%) oder Omentum majus-Plastik (2/56; 3,6%). Eine Kombination beider Plastiken wurde bei 1/56 Patienten (1,8%) angewendet. In 5/56 Fällen (9,0%) waren zudem Spalthaut- und Verschiebplastiken zum Wundverschluss notwendig. Weitere Therapieansätze sind derzeit in Erprobung.

Spezielle Patientenanalyse:

Zusätzlich erfolgte eine genaue Betrachtung von zwei Untergruppen im Vergleich zum restlichen Patientenkollektiv, um nähere Einzelheiten über eventuell vorhandene besonders erhöhte Risiken festzustellen. Diesbezüglich wurden Patienten, die bereits das 75. Lebensjahr vollendet hatten (14/56; 25,0%) mit dem restlichen Kollektiv verglichen.

Außerdem wurden diejenigen Patienten analysiert (12/56; 21,4%), die infolge der Infektion verstorben sind.

Die in dieser Studie gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass es sich um ein multifaktorielles Krankheitsbild handelt. Das Vorkommen eines Risikofaktors bedingt nicht unbedingt das Auftreten der Infektion. Eine Häufung von Risikofaktoren begünstigt die Komplikation wesentlich.

Das Vorhandensein von bakteriellen Mischinfektionen mit grampositiven und gramnegativen Keimen erhöht die Morbidität und Mortalität im Vergleich zu Monoinfektionen. Auch das Vorhandensein von MRSA geht mit einer erhöhten Letalität einher. Eine zusätzliche Kontamination mit Pilzen wirkt sich ebenfalls komplizierend aus, der genaue Zusammenhang konnte jedoch in dieser Studie nicht geklärt werden.

Die chirurgische Therapie sollte unbedingt zunächst nach den Grundprinzipien durchgeführt werden, kombiniert mit der Vakuumversiegelung des Sternums um Keimfreiheit des Mediastinums zu erreichen. Manche Autoren beschreiben zur Wundsäuberung weiterhin die Verwendung der mediastinalen Spül- und Saugdrainage. Bezüglich des sekundären Wundmanagements sind mehrere Varianten möglich und anerkannt.

Ein besonders erhöhtes Risiko für Patienten mit Vollendung des 75. Lebensjahres im Vergleich zum restlichen Kollektiv bestand nicht. Bei der Gruppe der verstorbenen Patienten zeigte sich, dass ein vorbestehender Diabetes mellitus, eine Niereninsuffizienz, ein verlängerter Aufenthalt auf Intensivstation von länger als 10 Tagen und die Kontamination des Mediastinums mit MRSA mit erhöhter Morbidität und Mortalität einhergeht. Inwieweit eine Infektion mit Pilzen die Letalität erhöht konnte nicht genau geklärt werden.

Die Mediastinitis bleibt weiterhin trotz der neuen Therapiemöglichkeiten ein ernsthaftes Krankheitsbild, das zwar mit einer vergleichsweise niedrigen Inzidenz, dafür aber mit einer hohen Letalität einhergeht. Die operative Behandlung bleibt weiterhin die einzige Therapiemöglichkeit. Unbehandelt führt die Infektion in nahezu 100% der Fälle zum Tod.

6.) Literaturverzeichnis

- 1 Abboud CS, Wey SB, Baltar VT (2004)
Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery
Ann Thorac Surg 77: 676-683
- 2 Antunes PE, Bernado JE, Eugenio L, De Olivera JF, Antunes MJ (1997)
Mediastinitis after aorto-coronary bypass surgery
Eur J Cardiothorac Surg 12: 443-449
- 3 Astudillo R, Vaage J, Myhre U, Karevold A, Gardlund B (2001)
Fewer reoperations and shorter stay in the cardiac surgical ward when stabilising with the Ley prosthesis in post-operative mediastinitis
Eur J Cardiothorac Surg 20: 133-139
- 4 Baskett RJ, MacDougall CE, Ross DB (1999)
Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review
Ann Thorac Surg 67: 462-465
- 5 Benlolo S, Mateo J, Raskine L, Tibourtine O, Bel A, Payen D, Mebazaa A (2003)
Sternal puncture allows an early diagnosis of poststernotomy mediastinitis
J Thorac Cardiovasc Surg 125: 611-617
- 6 Berg HF, Brands WGB, van Geldorp TR, Kluytmans-VandenBergh MFQ, Kluytmans JAJW (2000)
Comparison between closed drainage techniques for the treatment of postoperative mediastinitis
Ann Thorac Surg 70: 924-929

- 7 Bitkover CY, Gardlund B (1998)
Mediastinitis after cardiovascular operations: a case-control study of risk factors
Ann Thorac Surg 65: 36-40
- 8 Blanchard A, Hurni M, Ruchat P, Stumpe F, Fischer A, Sadeghi H (1995)
Incidence of deep and superficial sternal infection after open heart surgery. A ten years retrospective study from 1981 to 1991
Eur J Cardiothorac Surg 9: 153-157
- 9 Borger MA, Rao V, Weisel RD, Ivanov J, Cohen G, Scully HE, David TE (1998)
Deep sternal wound infection: Risk factors and outcomes.
Ann Thorac Surg 65: 1050-1056
- 10 Braxton JH, Marrin CAS, McGrath PD, Ross CS, Morton JR, Norotsky M, Charlesworth DC, Lahey SJ, Clough RA, O'Connor GT (2000)
Mediastinitis and long-term survival after coronary artery bypass graft surgery
Ann Thorac Surg 70: 2004-2007
- 11 Choi JB, Yang HW, Han JO, Choi SO (2000)
Manubrium-sparing median sternotomy
Tex Heart Inst J 27: 32-37
- 12 De Feo M, Carozza A, Della Corte A, Quarto C, Torella M, De Santo LS, Nappi G, Cotrufo M (2005)
Achilles tendon for sternal synthesis in the treatment of mediastinitis
Ann Thorac Surg 79: 359-360
- 13 De Feo M, De Santo LS, Romano G, Renzulli A, Della Corte A, Utili R, Cotrufo M (2003)
Treatment of recurrent staphylococcal mediastinitis: still a controversial issue
Ann Thorac Surg 75: 538-542

- 14 De Feo M, Gregorio R, Della Corte A, Marra C, Amarelli C, Renzulli A, Utili R, Cotrufo M (2001)
Deep sternal wound infection: the role of early debridement surgery
Eur J Cardiothorac Surg 19: 811-816
- 15 Demmy TL, Park SD, Liebler GA, Burkholder JA, Maher TD, Benckart DH, Magovern GJ, Magovern GJ (1990)
Recent experience with major sternal wound complications
Ann Thorac Surg 49: 458-462
- 16 Domkowski PW, Smith ML, Gonyon DL, Drye C, Wooten MK, Levin LS, Wolfe WG (2003)
Evaluation of vacuum-assisted closure in the treatment of poststernotomy mediastinitis
J Thorac Cardiovasc Surg 126: 386-390
- 17 Douville EC, Asaph JW, Dworkin RJ, Handy JR, Canepa CS, Grunkemeier GL, Wu YX (2004)
Sternal preservation: a better way to treat most sternal wound complication after cardiac surgery
Ann Thorac Surg 78: 1659-1664
- 18 d'Udekem Y, Lengele B, Noirhomme P, El Khoury G, Vanwijck R, Rubay JE, Dion R (1998)
Radical debridement and omental transposition for post sternotomy mediastinitis
Cardiovascular Surgery 6: 415-418
- 19 El Gamel A, Yonan NA, Hassan R, Jones MT, Campbell CS, Deiraniya AK, Lawson RAM (1998)
Treatment of mediastinitis: early modified Robicsek closure and pectoralis major advancement flaps
Ann Thorac Surg 65: 41-47

- 20 El Oakley RM, Wright JE (1996)
Postoperative mediastinitis: classification and management
Ann Thorac Surg 61: 1030-1036
- 21 Engelmann RM, Williams CD, Gouge TH, Chase RM, Falk EA, Boyd AD, Reed GE (1973)
Mediastinitis following open-heart surgery
Arch Surg 107: 772-778
- 22 Farinas MC, Peralta FG, Bernal JM, Rabasa JM, Revuelta JM, Gonzales-Macias J (1995)
Suppurative mediastinitis after open-heart surgery: a case-control study covering a seven-year period in santander, Spain
Clin Infect Dis 20: 272-279
- 23 Fleck TM, Fleck M, Moidl R, Czerny M, Koller R, Giovanoli P, Hiesmayer MJ, Zimpfer D, Wolner E, Grabenwoger M (2002)
The vacuum-assisted closure system for the treatment of deep sternal wound infections after cardiac surgery
Ann Thorac Surg 74: 1596-1600
- 24 Fritzsche D, Krakor R, Widera R, Lindenau KF (1992)
Häufigkeit von Wundheilungsstörungen in der Herzchirurgie
Zentralbl Chir 117: 389-393
- 25 Fuchs U, Zittermann A, Stuetzgen B, Groening A, Minami K, Koerfer R (2005)
Clinical outcome of patients with deep sternal wound infection managed by vacuum-assisted closure compared to conventional therapy with open packing: a retrospective analysis
Ann Thorac Surg 79: 526-531

- 26 Gardlund B, Bitkover CY, Vaage J (2002)
Postoperative mediastinitis in cardiac surgery – microbiology and pathogenesis
Eur J Cardio-thorac Surg 21: 825-830
- 27 Graevenitz von A (1996)
Die Mikrobiologie der Sternalwunde
Zentralbl Chir 121: 1090-1092
- 28 Gummert JF, Barten MJ, Hans C, Kluge M, Doll N, Walther T, Hentschel B, Schmitt DV, Mohr FW, Diegeler A (2002)
Mediastinitis and cardiac surgery – an updated risk factor analysis in 10,373 consecutive adult patients
Thorac Cardiovasc Surg 50: 87-91
- 29 Gur E, Stern D, Weiss J, Herman O, Wertheim E, Cohen M, Shafir R (1998)
Clinical-radiological evaluation of poststernotomy wound infection
Plast Reconstr Surg 101:348-355
- 30 Hayward RH, Knight WL, Baisden CE, Reiter CG (1994)
Sternal dehiscence. Early detection by radiography
J Thorac Cardiovasc Surg 108: 616-619
- 31 Herrera HR, Guisburg ME (1982)
The pectoralis major myocutaneous flap and omental transposition for closure of infected median sternotomy wounds
Plast Reconstr Surg 70: 465-470
- 32 Jelic I, Anic D (1998)
Pericostal sutures to reinforce sternal closure after cardiac surgery (a letter to the editor)
J Card Surg 13: 494-495

- 33 John JF, Grieshop TJ, Atkins LM, Platt CG (1993)
Widespread colonialization of personnel at a veterans affairs medical center by methicillin-resistant, coagulase-negative Staphylococcus
Clin Infect Dis 17: 380
- 34 Jones G, Jurkiewicz MJ, Bostwick J, Wood R, Bried JT, Culbertson J, Howell R, Eaves F, Carlson G, Nahai F (1997)
Management of the infected median sternotomy wound with muscle flaps
Ann Surg 225: 766-778
- 35 Julian OC, Lopez-Belio M, Dye WS (1957)
The median sternal incision in intracardiac surgery with extracorporeal circulation: a general evaluation of its use in heart surgery
Surgery 42: 753-761
- 36 Jurkiewicz MJ, Bostwick J, Hester TR (1980)
Infected median sternotomy wound: successful treatment by muscle flaps
Ann Surg 191: 738-744
- 37 Kirsch M, Mekontso-Dessap A, Houel R, Giroud E, Hillion ML, Loisançe DY (2001)
Closed drainage using redon catheters for poststernotomy mediastinitis: results and risk factors for adverse outcome
Ann Thorac Surg 71: 1580-1586
- 38 Klesius AA, Dzemali O, Simon A, Kleine P, Abdel-Rahman U, Herzog C, Wimmer-Greinecker G, Moritz A (2004)
Successful treatment of deep sternal infections following open heart surgery by bilateral pectoralis major flaps
Eur J Cardiothorac Surg 25: 218-223

- 39 Krabatsch T, Hetzer R (1995)
Poststernotomy mediastinitis treated by transposition of the greater omentum
J card Surg 10: 637-643
- 40 Krein AE, Neukam K, Brauchle U, Elert O (1996)
Therapiekonzept bei der Behandlung der eitrigen Mediastinitis
Zentralbl Chir 121: 1090-1091
- 41 Lamesch P, Dralle H, Blauth M, Hauss J, Meyer HJ (1997)
Cervicale Oesophagusperforation nach ventraler Fusion der Halswirbelsäule
Chirurg 68: 543-547
- 42 Leal-Noval SR, Rincon-Ferrari MD, Garcia-Curiel A, Herruzo-Aviles A, Camacho-Larana P, Garnacho-Montero J, Amaya-Villar R (2001)
Transfusion of blood components and postoperative infection in patients undergoing cardiac surgery
CHEST 119: 1461-1468
- 43 Lee AB, Schimert G, Shatkin S, Siegel JH (1976)
Total excision of the sternum and thoracic pedicle transposition of the greater omentum: useful stratagems in managing severe mediastinal infection following open heart surgery
Surgery 80: 433-436
- 44 Lippert (1996)
Lehrbuch Anatomie: 4. Auflage Urban & Schwarzenberg – Verlag: 183-184
- 45 Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Mahfood S, McHenry MC, Goormastic M, Stewart RW, Golding LAR, Taylor PC (1990)
Sternal wound complications after isolated coronary bypass grafting: early and late mortality, morbidity, and cost of care
Ann Thorac Surg 49: 179-187

- 46 Lopez-Monjardin H, de-la-Pena-Salcedo A, Mendoza-Munoz M, Lopez-Yanez-de-la-Pena A, Palacio-Lopez E, Lopez-Garcia A (1998)
Omentum flap versus pectoralis major flap in the treatment of mediastinitis
Plast Reconstr Surg 101: 1481-1485
- 47 Luckraz H, Murphy F, Bryant S, Charman SC, Ritchie AJ (2003)
Vacuum-assisted closure as a treatment modality for infections after cardiac surgery
J Thorac Cardiovasc Surg 125: 301-305
- 48 Lu JC, Grayson AD, Jha P, Srinivasan AK, Fabri BM (2003)
Risk factors for sternal wound infection and mid-term survival following coronary artery bypass surgery
Eur J Cardio-thorac Surg 23: 943-949
- 49 Machens A, Emskotter T, Busch C, Izbicki JR (1998)
Postoperative infection after transsternal thymectomy for myasthenia gravis: a retrospective analysis of 125 cases
Surg Today 28: 808-810
- 50 Manifold DK, Large SR (1994)
Sternal wound dehiscence after internal mammary artery harvesting. Logical management
Eur J Cardiothorac Surg 8: 46-47
- 51 Marty-Ane CH, Berthet JP, Alric P, Pegis JD, Rouviere P, Mary H (1999)
Management of descending necrotizing mediastinitis: an aggressive treatment for an aggressive disease
Ann Thorac Surg 68:212-217

- 52 Merrill WH, Akhter SA, Wolf RK, Schneeberger EW, Flege JB (2004)
Simplified treatment of postoperative mediastinitis
Ann Thorac Surg 78: 608-612
- 53 Molina JE, Saik-Leng Lew R, Hyland KJ (2004)
Postoperative sternal dehiscence in obese patients: incidence and prevention
Ann Thorac Surg 78: 912-917
- 54 Nagachinta T, Stephens M, Reitz B, Polk BF (1987)
Risk factors for surgical wound infections following cardiac surgery
J Infect Dis 156: 967-973
- 55 Noyez L, van Druten JAM, Mulder J, Schroen AMA, Skotnicki SH, Brouwer RMHJ (2001)
Sternal wound complications after primary isolated myocardial revascularization: the importance of the post-operative variables
Eur J Cardio-thorac Surg 19: 471-476
- 56 Obdeijn MC, de Lange MY, Lichtendahl DHE, de Boer WJ (1999)
Vacuum-assisted closure in the treatment of poststernotomy mediastinitis
Ann Thorac Surg 68: 2358-2360
- 57 Peivandi AA, Quinkenstein E, Dahm M, Kasper-König W, Kuroczynski W, Oelert H (2002)
Schwere sternale Wundkomplikationen nach kardiochirurgischen Eingriffen im Erwachsenenalter
Z. Herz-, Thorax-, Gefäßchir. 16: 163-175
- 58 Raudat EW, Pagel J, Woodhall D, Wojtanowski M, van Bergen R (1997)
Early intervention and aggressive management of infected median sternotomy incision: a review of 2242 open-heart procedures
Am surg 63: 238-242

- 59 Ridderstolpe L, Gill H, Granfeldt H, Ahlfeldt H, Rutberg H (2001)
Superficial and deep sternal wound complications: incidence, risk factors and mortality
Eur J Cardio-thorac Surg 20: 1168-1175
- 60 Robicsek F (2000)
Postoperative sterno-mediastinitis
Am Surg 66: 184-192
- 61 Robicsek F, Cook JW, Rizzoni W (1998)
Sternoplasty for incomplete sternum separation
J Thorac Cardiovasc Surg 116: 361-362
- 62 Robicsek F, Daughtery HK, Cook JW (1977)
The prevention and treatment of sternum separation following open-heart surgery
J Thorac Cardiovasc Surg 73: 267-268
- 63 Sakamoto H, Fukuda I, Oosaka M, Nakata H (2003)
Risk factors and treatment of deep sternal wound infection after cardiac operation
Ann Thorac Cardiovasc Surg 9: 226-232
- 64 Sargent LA, Seyfer AE, Hollinger J, Hinson RM, Graeber GM (1991)
The healing sternum: a comparison of osseous healing with wire versus rigid fixation
Ann thorac Surg 52: 490-494
- 65 Sarr MG, Gott VL, Townsend TR (1984)
Mediastinal infection after cardiac surgery
Ann Thorac Surg 38: 415-423

- 66 Schroeyers P, Wellens F, Degrieck I, De Geest R, Van Praet F, Vermeulen Y, Vanermen H (2001)
Aggressive primary treatment for poststernotomy acute mediastinitis: our experience with omental- and muscle flaps surgery
Eur J Cardiothorac Surg 20: 743-746
- 67 Scovotti CA, Ponzzone CA, Leyro-Diaz RM (1991)
Reinforced sternal closure
Ann Thorac Surg 51: 844-845
- 68 Senechal M, LePrince P, du Montcel ST, Bonnet N, Dubois M, El Serafi M, Ghossoub JJ, Pavie A, Gandjbakhch I, Dorent R (2004)
Bacterial mediastinitis after heart transplantation: clinical presentation, risk factors and treatment
J Heart Lung Transplant 23: 165-170
- 69 Sharma R, Puri D, Panigrahi BP, Viridi IS (2004)
A modified parasternal wire technique for prevention and treatment of sternal dehiscence
Ann Thorac Surg 77: 210-213
- 70 Shrager JB, Wain JC, Wright CD, Donahue DM, Vlahakes GJ, Moncure AC, Grillo HC, Mathisen DJ (2003)
Omentum is highly effective in the management of complex cardiothoracic surgical problems
J Thorac Cardiovasc Surg 125: 526-532
- 71 Shumacker HB, Mendelbaum I (1963)
Continuous antibiotic irrigation in the treatment of infection
Arch Surg 86: 384-387

- 72 Sirch J, Koukal C, Oertel F, Fenchel G, Beyer M (1998)
Vakuumversiegelung bei schwerer Sternumosteitis nach herzchirurgischen Eingriffen
Z. Herz-, Thorax-, Gefäßchir. 12: 172-176
- 73 Sjögren J, Gustafsson R, Nilsson J, Malmsjö M, Ingemansson R (2005)
Clinical outcome after poststernotomy mediastinitis: vacuum-assisted closure versus conventional treatment
Ann Thorac Surg 79: 2049-2055
- 74 Sjögren J, Nilsson J, Gustafsson R, Malmsjö M, Ingemansson R (2005)
The impact of vacuum-assisted closure on longterm survival after post-sternotomy mediastinitis
Ann Thorac Surg 80: 1270-1275
- 75 Song DH, Lohmann RF, Renucci JD, Jeevanandam V, Raman J (2004)
Primary sternal plating in high-risk patients prevents mediastinitis
Eur J Cardiothorac Surg 26: 367-372
- 76 Stahle E, Tammelin A, Bergström R, Hambreus A, Nyström SO, Hansson HE (1997)
Sternal wound complications – incidence, microbiology and risk factors.
Eur J Cardiothorac Surg 11: 1146-1153
- 77 Swenne CL, Lindholm C, Borowiec J, Schnell AE, Carlsson M (2005)
Peri-operative glucose control and development of surgical wound infections in patients undergoing coronary artery bypass graft
Journal of Hospital Infection 61: 201-212
- 78 Tavilla G, van Son JAM, Verhagen AF, Lacquet LK (1991)
Modified Robicsek technique for complicated sternal closure
Ann Thorac Surg 52: 1179-1180

- 79 Tavolacci MP, Merle V, Josset V, Bouchart F, Litzler PY, Tabley A, Bessou JP, Czernichow P (2003)
Mediastinitis after coronary artery bypass graft surgery: influence of the mammary grafting for diabetic patients
Journal of Hospital Infection 55: 21-25
- 80 Tomos P, Lachanas E, Michail PO, Kostakis A (2006)
Alternative bi-pectoral muscle flaps for postoperative sternotomy mediastinitis
Ann Thorac Surg 81: 754-755
- 81 Toumpoulis IK, Anagnostopoulos CE, De Rose JJ, Swistel DG (2005)
The impact of deep sternal wound infection on long-term survival after coronary artery bypass grafting
CHEST 127: 464-471
- 82 Wackenfors A, Gustafsson R, Sjögren J, Algotsson L, Ingemansson R, Malmsjö M (2005)
Blood flow response in the peristernal thoracic wall during vacuum-assisted closure therapy
Ann Thorac Surg 79: 1724-1731
- 83 Wilkinson GAL, Clarke DB (1988)
Median sternotomy dehiscence: a modified wire suture closure technique
Eur J Cardiothorac Surg 2: 367-369
- 84 Zerr KJ, Furnary P, Grunkemeier GL, Bookin S, Kanhere V, Starr A (1997)
Glucose control lowers the risk of wound infection in diabetics after open heart operations
Ann Thorac Surg 63: 356-361

7.) Danksagung

In erster Linie möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. med. Olaf Elert, emeritierter Direktor der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg, für die Überlassung des Themas meiner Dissertationsarbeit recht herzlich bedanken.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Dr. med. Christoph Schimmer aus der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg für die Ratschläge und die angenehme Unterstützung. Seinem steten Interesse am Fortgang der Dissertation, sowie seiner ständigen Bereitschaft den Stand der Arbeit zu überprüfen.

Dank gilt auch Herrn Alois Spahn vom Rechenzentrum der Universität Würzburg bei Anleitung und Überprüfung der statistischen Daten und Berechnungen.